

د. كلفورد أ. بكوفر

رواد المعرفة عبر القرون

من أرخميدس حتى هاوكينج

الجزء الأول

ترجمة

د. إيمان نوري الجنابي

1432 هـ - 2011م



الجزء الأول

رواد المعرفة عبر القرون

من أرخميدس حتى هاوكنج

ح وزارة الثقافة والإعلام، المجلة العربية، 1432هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
بكوفر، كلفورد أ.
رواد العلم عبر القرون من أرخميدس حتى هاوكنج/ كلفورد أ.
بكوفر . الرياض، 1432هـ
3 مج.
1076ص ؛ 23,5x15,5 سم
ردمك 7_02_8079_603_978 (مجموعة)
8_05_8079_603_978 (ج3)
1 ـ العلماء 2 ـ العلوم ـ تراجم أ. العنوان
ديوي 925 1432/820

رقم الإيداع: 1432/820
ردمك: 7_02_8079_603_978 (مجموعة)
8_05_8079_603_978 (ج3)

قوانين العلوم والعقول الجبارة التي أبدعتها

ARCHIMEDES
TO HAWKING
CLIFFORD A.
PICKOVER
Oxford
UNIVERSITY PRESS
2008

رواد المعرفة عبر القرون

من أرخميدس حتى هاوكنج

تأليف

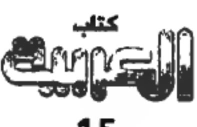
د. كلفورد أ. بكوفر

ترجمة

الدكتور إيمان نوري الجنابي

الطبعة الأولى

1432هـ - 2011 م



15



15

رئيس التحرير

د. عثمان الصيني

www.arabicmagazine.com

لمراسلة المجلة على الإنترنت

info@arabicmagazine.com

الرياض: طريق صلاح الدين الأيوبي (الستين) - شارع المنفلوطي

تليفون: 4778990-1-966 فاكس: 4766464-1-966

ص.ب 5973 الرياض 11432

فهرس الكتاب ومحتوياته

– أنــا لا أوافــق الرأي القائل بأن الكــون لغز مبهم... فمثل هذا الرأي لا ينصــف الخطوة الجبارة التي خطتها الثورة العلمية التي بدأت منذ أربعة قرون على يد (غاليليو) والتي دفعها (نيوتن) بحزم إلى الأمام. لقد أثبت تينك العالمان ومن جاء بعدهما من الأفذاذ بأن الكون (أو جوانب واســعة منه على الأقل) لابد وأن تخضــع لتفســير القوانين الرياضــية في تصرفها. لقد قمنا عبر السنين بالاســتفادة من أعمال وأفكار العملاقين (غاليليو) و(نيوتن)... فصارت في حوزتنا كافة القوانين التي تحكم كل ما يحيط بنا... أو نكاد!

هاوكنج

- من كتابه: الثقوب السوداء والأكوان الفتية ومقالات أخرى.

Stephen Hawking، Black Holes and Baby Universes and other Essays.

ضمــت مقدمة الكتــاب أمهات القوانــين؛ نصوصهــا وتعاريفها وشرحهــا وسيرة حياة مكتشفيها، وعلاقة العلم بالتدين والفرق بين القوانين والنظريات وفكرة عن التوزيع الجغرافي لمسقط رأس مبدعيها، وضم فهرست الكتاب المداخل التالية:

الباب الأول

الباب الثـــــانـــي

الفصل الأول

(250 ق.م – 1700م)

الفصل الثاني

القرن الثامن عشر (1700 – 1800)

الفصل الثالث

القرن التاسع عشر – (1800 – 1900)

الفصل الرابع

القرن العشرون وما بعده – (2000 - ...)

الباب الثالث

وهم الأفذاذ الذين استطاعوا أن يباروا مبدعي القوانين

و مكتشفيها بوضع التصانيف الأكثر قبولاً لمجموعة

القوانين الخالدة التكميلية والحاملة – إلى الأبد – لأسمائهم

الفصل الأول

قوانين الحقبة الزمنية (1600 - 1700)

الفصل الثاني

قوانين الحقبة الزمنية (1700 - 1800)

الفصل الثالث

قوانين الحقبة الزمنية (1800 - 1900)

الفصل الرابع

القرن العشرون (1900 ... وما بعده)

الباب الرابع

الفصل الأول

- مسك الختام -

يطرح هذا المدخل باختصار موضوع الرشاقة الرياضية و جماليتها

في التعبير عن الإنجاز العلمي البشري، إضافة إلى علاقة الفيزياء

بالدين مع ذكر المزيد من المعادلات و التطرق إلى فيزيائيين عظام

من أمثال (أينشتين) ومعادلته الشهيرة ($E=mc^2$)، ومعادلات (مكسويل)، والمعادلة

الموجية (لشرودنجر)، والمعادلة الموجية (لدو بروكلي)، ومعادلات المجال (لأينشتين) الخاصة

بنظريته العامة في النسبية، ومعادلة (ديراك)، ومتوالية (بالمر)، ومعادلة

(يانك-ملز)، ومعادلة(ديراك)، ومعادلات(شانون)، والتخطيط اللوجستي.

الفصل الثاني

كتب مختارة من مؤلفات

د. كلفورد أ. بكوفر

اختبار كشف الذكاء للمخلوقات الفضائية

دليل المبتدئين نحو الخلود

دليل المسافر إلى الثقوب السوداء

التفاضل والتكامل والبيتزا

الفوضى والتجزُّئية

الفوضى في بلاد العجائب

الحواسيب والنماذج والفوضى والجمال

الحواسيب وملكة الخيال

أصول الإخفاء : الشفرات والكتابة السرية

الحلم بالمستقبل

الصحة في المستقبل

الآفاق التجزُّئية واستخداماتها المستقبلية

مشارف المنظور العلمي

الفتاة التي ولدت أرانبا

الفيروس السماوي

اللانهائية ومفاتيحها

نادي إزالة الفصوص الدماغية

المنوال الإلهي

الرياضيات الغريبة

متاهات الفكر : الحواسيب واللامتوقع

شريط – (موبيس)

متناقضة الوجود الإلهي والعلم الكوني

الهيام بالرياضيات

الكتاب النموذجي للتجزّئية والفن والطبيعة

علم المخلوقات الفضائية

الجنس والمخدرات وأينشتين وألفس برسلي

أرجل العناكب (بمشاركة بيرز أنثوني)

التناظر الحلزوني (بمشاركة أستيفان هاركيتي)

العبقرية وأدمغتها الغريبة

(السوشي) لا تنام أبدا

نجوم الفردوس

التزحلق خلال الفضاء اللامتناهي

مرشد المسافرين عبر الزمن

منظورنا للمستقبل

تصور المعلومات البيولوجية

عجائب الارقام

(زين) والمربعات والدوائر والنجوم السحرية

ولتوخي الدقة في البحث وإيجاد الكتب أعلاه ولإكمال الفائدة في الاطلاع على تفاصيلها، ارتأيت أن أُدرج عناوينها كما جاءت في صدر الكتاب وبلغتها الأصلية كما يلي :

SELECTED BOOKS BY CLIFFORD A. PICKOVER

The Alien IQ Test
A Beginner's Guide to Immortality
Black Holes: A Traveler's Guide
Calculus and Pizza
Chaos and Fractals
Chaos in Wonderland
Computers, Pattern, Chaos, and Beauty
Computers and the Imagination
Cryptorunes : Codes and Secret Writing
Dreaming the Future
Future Health
Fractal Horizons : The Future Use of Fractals
Frontiers of Scientific Visualization
The Girl Who Gave Birth to Rabbits
The Heaven Virus
Keys to Infinity
The Lobotomy Club
The Loom of God
The Mathematics of Oz
Mazes for the Mind : Computers and the Unexpected
The Mobius Strip
The Paradox of God and the Science of Omniscience
A Passion for Mathematics
The Pattern Book: Fractals, Art, and Nature
The Science of Aliens
Sex, Drugs, Einstein, and Elves
Spider Legs (with Piers Anthony)
Spiral Symmetry (with Istvan Hargittai)
Strange Brains and Genius
Sushi Never Sleeps
The Stars of Heaven
Surfing Through Hyperspace
Time: A Traveler's Guide
Visions of the Future
Visualizing Biological Information
Wonders of Numbers
The Zen of Magic Squares, Circles, and Stars

رواد المعرفة عبر القرون

من أرخميدس حتى هاوكنج

تأليف

الدكتوركلفورد أ. بكوفر

ترجمة

الدكتور إيمان نوري الجنابي

إكسفورد

مطبعة إكسفورد

2008



Babylonian ancient Tablets Reveals Sophisticated Mathematical Achievements.

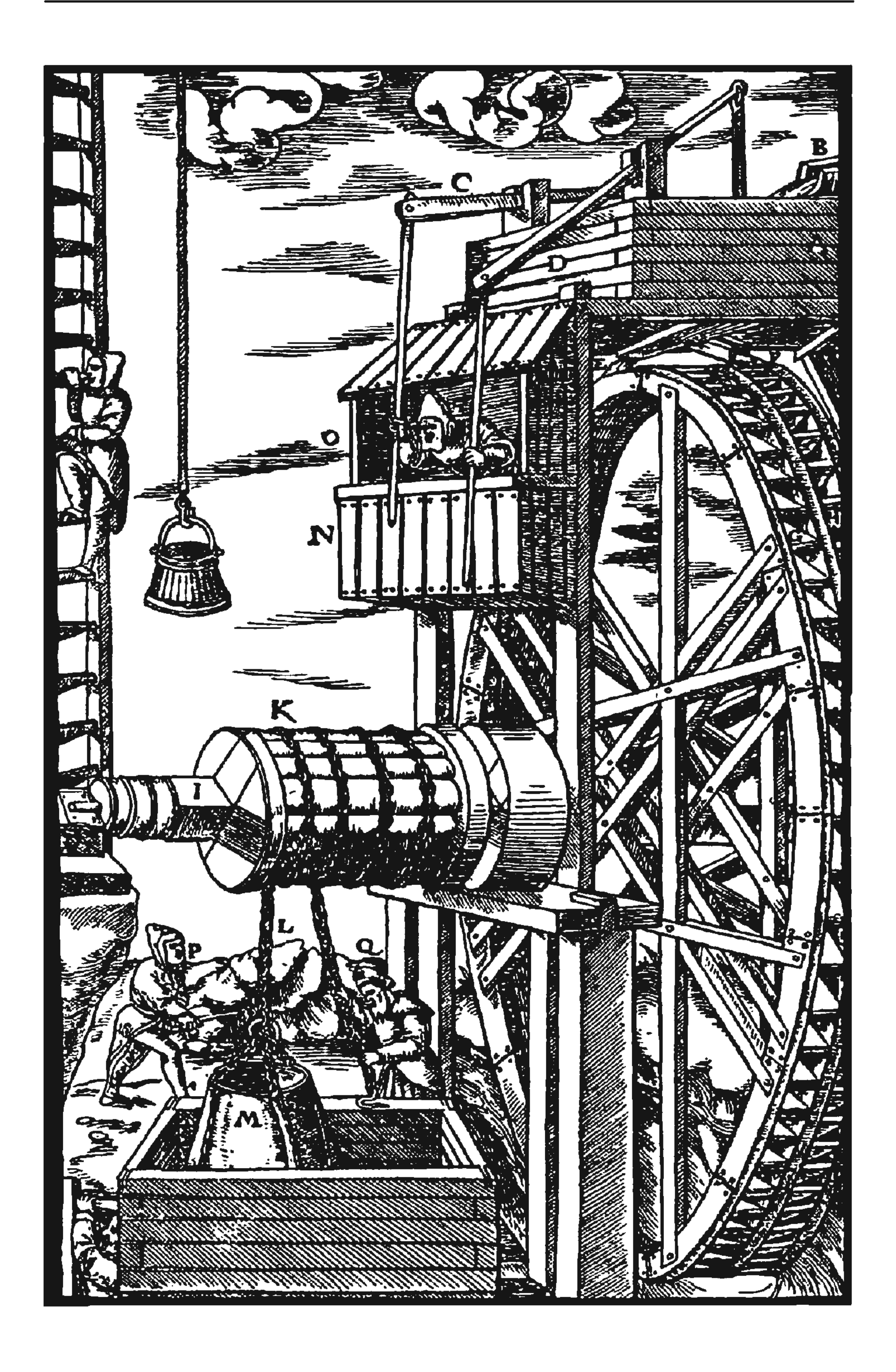
إضافة المترجم

القطعة رقم [Yale Babylonian Collection – YBC 7289] ضمن مجموعة جامعة (ييل – Yale) للرقم البابلية القديمة، وتمثل نموذجاً من الصلصال النقي نقشت عليه بالكتابة المسمارية، ما عرف لاحقاً بـ (نظرية فيثاغورس – Pythagorean Theorem)[1] إضافة إلى أرقام حسابية تمثل تقريباً صحيحاً للجذر التربيعي للرقم اثنين (2) يعود تاريخها إلى حوالي القرنين التاسع عشر والسابع عشر قبل الميلاد. (صورة خاصة بـ West Semitic Research) من معروضات (معهد دراسات العالم القديم – ISAW

(Institute for Study of the Ancieut world)

لدى افتتاحه في جامعة نيويورك (New York University) يوم الثاني عشر من شهر نوفمبر (تشرين ثان) عام 2010م.

(1) وهي العلاقة الهندسية التي تربط مساحات المربعات المقامة على أضلاع المثلث القائم الزاوية في نطاق (الهندسة الإقليدية التقليدية)، وتنص على مساواة مساحة المربع المقام على وتر مثلث قائم الزاوية لحاصل جمع مساحتي المربعين المقامين على ضلعية الآخرين، ($a^2 + b^2 = c^2$). سميت بإسم الفيلسوف والرياضي الإغريقي [فيثاغورس (570 – 495 ق . م) Pythagoras the Sami] ونسبت إليه مع إثباتها رغم الجدل والإثبات العلمي بأن المعرفة بها كانت قد سبقته. (المترجم).


B
C
D
O
N
K
I
L
P
Q
M

لعلـه من البديهـي أن الطبيعة لم تكشف كل أسرارها للإنسان منـذ الأزل، وإنما أعطته غاية الإمكانيات ووفرت له كافة الفرص لاكتشاف كل ما خفي عليه في كونه الذي يحيط به ... تدريجياً

-Xenophanes of Colophon (C. 500B.C)[1]

(1) فيلسوف وشاعر ومُنظِّر اجتماعي وديني يوناني عاش في الفترة من (570 حتى 480 ق.م) في اليونان وكان السباق في رفض فكـرة تعـدد الآلهة واتخاذها شكل وتصرف البشر، آمن بالتوحيد وبإمكانية حفـظ المعرفة ونشرها خارج حدود بلاده والعمل على المحافظة عليها حتى بعد زوال واضعيها ودولهم - (المترجم) .

– لا يمكنني تغيير قوانين الفيزياء يا كابتن !!

سكوت لكابتن كيرك في المسلسل التلفزيوني (ستار ترك)

- Scotty Montgomery- Scott to Captin Kirk، in (The Naked Time)، Star Treck TV series.

– إنه لمن دواعي العجب وحسن الطالع أن نتمكن من التعبير عن مكنونات الطبيعة بدوال رياضية بسيطة نسبياً .

كارنب

- Rudolf Carnap، classroom lecture.

مقتبسة من كتابه (محاضرة في فصل)

– هنالك في اللامتناهي من أبحر الفوضى ، مُدّتْ يد القدر ... وبلمسة حانية مفردة من أنملة بنان واحدة (بُعثرتْ) عن هيجانها، نقطة ضئيلة بائدة ... فيها تكونت دوامة من المعادلات ، لفت (بالحرير) حتى تجسّد في رحمها كوننا الجميل .

كاردنر

Martin Gardner، from (Order and Surprise).

مقتبسة من كتابه (النظام والمفاجأة)

– تُعد المعادلات العظيمة التي تحكم الفيزياء الحديثة جزءًا لا يتجزأ من الموروث العلمي وخزينهُ المعرفي، تلك المعادلات التي لا أشك مطلقا بصمودها وخلودها بعد فناء الكون وتحول كل ما فيه إلى قاع صفصفا .

وينبرك

Steven Weinberg، in Graham Farmelo'

(It Must Be Beautiful).

مقتبسة من كتابه (لابد أن تكون فاتنة) .

شكر وعرفان

لقد ساعد (نيوتن) على الشروع بالثورة الصناعية حينما وضع قوانينه في القوى والجاذبية، وعمل (فاراداي) على إذكاء علم وعالم الكهرباء بوضعه قوانين الكهربائية والمغناطيسية، أما (أينشتين) فقد أطلق عملاق الطاقة الذرية من عقاله حينما وضع معادلته E = m c2 ، أما الآن فنحن على أعتاب النظرية الجامعة لكل قوى الكون – نظرية المجال الموحد – والتي قد تقرر يوما مصير الجنس البشري بأكمله .

Michio Kaku، (BBC Interview on Parallel Universes)

كاكو من مقابلة له مع هيئة الإذاعة البريطانية حول (الأكوان الموازية) .

استهل كتابي هذا بتقديم أسمى آيات الشكر والعرفان للأعزاء الذين أسهموا – بجد – في إخراجه عن طريق ملاحظاتهم واقتراحاتهم القيمة وهم : (تيجا كراسك – Teja Krasek) و (ستيف بلاتنك – Steve Blatting)، و (كراهام كلفرلي – Graham Cleverley)، و (مارك ماندر – Mark Mandor)، و (بول موسكووتز – Paul Moskowitz)، و (بت بارنز – Pete Barnes)، و (دنس كوردن – Dennis Gordon) .

لقد استمتعت غاية الاستمتاع خلال رحلة دراستي للجم الكثير من روائع المصادر والمواقع العلمية الإلكترونية واطلاعي على سير الشخصيات العلمية في طريق بحثي الطويل عن القوانين التي ضمها هذا الكتاب ، وقد أوردت كشفا موسعا لكل تلك المصادر في نهاية الكتاب وأفردت لها بابا خاصا بها . لقد ضمت تلك المصادر ضمن ما ضمت : موسوعة مك كرو – هل(Mc Graw – Hill) للعلوم والتكنولوجيا وموسوعة فان نوستراند (Van Nostrand) العلمية والموسوعة البريطانية (Britannica) ومعجم نظريات جنيفر بوثاملي (Jennifer Bothamley)،

وتاريـخ أرشيـف الرياضيـات علـى موقعـه الإلكـتروني : (www.history.mcs.st-and.ac.uk)، والويكابيديـا – الموسوعـة المجانيـة علـى الموقـع الإلكـتروني :(www.wikipedia.org)، و عـالم أرك ويتستين للفيزيـاء (على الموقع الإلكتروني : (www.scienceworld wolfram. com/ physics)، و المنظور الفيزيائي الشامل علـى الموقـع الإلكـتروني : (hyperphysics. phy – astr.gsu.edu/ hbase/ hph.html).

ومـن الجدير الإشارة إلى أحد أهم مصادر كتابي هذا ألا وهو (معجم سير العلماء الذاتية) للكاتـب (جارلـس كولسـتن كلسبـي –Gillispie Charles Coulston) ، للناشـر (جارلس سكربنر وأولاده – Charles Scribner's & Sons) .

وللراغبين في الاستـزادة مـن هـذا السفْر الضخـم المتـعدد الأجزاء، أقترح عليهم مراجعة المقالـة القيمة لجارلس سكربنر الابن (Charles Scribner، Jr.) والمنشورة في الدورية المرموقـة المعروفة باسم – مقدمات المجمع الفلسفـي الأمريكي – (Procceedings of the American philosophicel Society) تحت عنوان (نشر معجم سير العلماء الذاتية) (124 (5) : 320-322، 1980، October 10).

لقـد نفضت الكثـير من الغبار وأعدت قراءة عدد من المسـوّدات ورتبت الغزير من كتب الفيزياء القديمة والمكدسة في سرداب دارنا منذ أيام الجامعة والتي ظلت صامدة أمام عدد من محاولات العائلة للتخلص منها لفسح المجال لحاجات أخر .

أضيف لما سبق عدداً من المصادر النافعة التالية والتي آليت إلا أن أُدرج عناوينها وأسماء مؤلفيهـا بلغتها الأم بعد ترجمتها وذلك لتعميـم الفائدة وتسهيل الحصول عليها للراغبين في ذلك؛ وهي : (القوانين والمبادئ والنظريات العلمية) لروبرت كربس و (المئة : تصنيف المئـة شخصية الأكـثر تأثيرا في التاريخ) لميشيـل هارت و (الخوف مـن الفيزياء) للورنس كراوسـ و (المقدمـة في الفيزياء للعلمـاء والمهندسين) لفريدريك بيوشـ و (تطور مفاهيم الفيزيـاء) لأرنولـد أرونز و (النظام والمفاجأة) لمارتن كاردنـر و(المعادلات الخمس اللائي

غيرن وجه العالم) لميشيل كيولن و(لابد أن تكون فاتنة : المعادلات العظيمة للعلم الحديث) لكراهام فارميلـو و (مواصفات القانون الفيزيائي) لريجـارد فينمن و (أعراف اندثرت) لجون كاستي .

Related useful works include Robert Krebs's (Scientific Laws، Principles، and Theories،) Michael Hart's (The 100 : A Ranking of the Most Influential Persons in History،) Lawrence Krauss's (Fear of Physics)، Frederick Bueche's (Introduction to Physics for

Scientists and Engineers)، Arnold Aron's (Development of Concepts of Physics)، Martin Gardnr's (Order and Surprise)، Michael Guillen's The Five Equations That Changed the World)، Graham Farmelo's (It Must Be Beautiful: Great Equations of Modern Science)، Richard Feynman's (The Character of Physical Law)، and John Casti's (Paradigms Lost).

يعـود التخطيـط الـذي صـدرت بـه كتابـي (مـع التعليـق الـذي يذيلـه لزينوفن Xenophane) لكتـاب المعـادن لمؤلفه (جيروجيس أكريكـولا – Gerogius Agricola) وعنوانه الأصلي باللاتينية هو (De re metallica) وهو أول كتاب صدر في عام (1556) حول التعدين وعلوم المعادن والذي استند على البحث العلمي الميـداني والمشاهـدات الدقيقة ، ويمكنك الحصـول على ذلك الكتـاب النفيس اليوم مـن دار منشـورات دوفر (Dover). أما مخطط الفلكي مـع فرجاله على الصفحـة الثانيـــة فلقــد سبق وأن صدّر به (ألبرخت ديـورر – Albrecht Durer) كتابه الموسوم (Messahalah، De Scientia motus orbis) والذي كان قد صدر في عام (1504) .

(أمـا صورة الرقيـم الطيني البابلي والحاوي على القانون الرابـط بين مساحات المربعات المقامـة على أضلاع المثلث القائـم الزاوية، مع ما صاحبه من تقريـب صحيح لقيمة الجذر

التربيعي للعدد اثنان (2)، فما هي إلا شاهداً شاخصاً معبراً عن الكثير من أسس العلوم ونوابغ الإبداع وجميل الفنون التي سبقنا بها العالم. ولعلها مع إعمار القلوب بالإيمان ستعيد قطار السبق إلى سابق عهده).

مقدمـــــة المترجـــــم

لقد أغناني الدكتور (كلفورد أ . بكوفر) في ترجمتي لمقدمته عن الخوض في غمار خلاصات هذا الكتاب وتفاصيل مفرداته وعن التقديم له والتعريف بمحتوياته ، فقد شملــت تلك المقدمة عرضاً ضافياً وافياً لكل ما يمكن أن يقال في هذا الباب عن هذا الكتــاب ... ولم يتبقى لي سوى التطــرق إلى بعض الملاحظات الخاصة التي تبلورت لــدي خلال رحلتي معــه...و التي حرصت أن أشاركك – عزيــزي القارئ – بها تقرباً إليــك واستئناساً برأيــك، ومنها ...

لم أتـقصّد قط أن تكون ترجمتي لهـذا الكتاب ، ولا عُجالتي في التقديم له خطبـة رجــل واعظ ولا نصيحة إمام مُصلح، بل قـصدت بـها ترجمة أمينة ودقيقة لما فكّر بــه وعـرضـه العديد من علماء هــذا الكتاب ومبدعي قوانينه ولمــا قام به المؤلف من نقل صــادق لأرائهم فيه، وإن كان هذا الشعور قد انتابنــي عند مباشرتي بقراءة هذا الكتــاب قبل التردد بشروعي في ترجمتـه . إلا أن استغرابي حول ما سبق سرعان ما تبــدد بعد ما اتضح لي بصورة جليّة (من خلال نقل أقوال أعلام الكتاب والإطلاع على أفكارهم) ركون منطقهــم الصريح وتفكيرهم المجرد (بعد أن أزيح عنه الكثير من غبار الكبر والعنت) إلى صواب الهداية للإعلان عن الإيمان طريقاً ، والى إدراك عظمة وحدانيـة الله (عز وجل) سبيلاً.

لقــد عرضت الموقف الدينــي الرسمي المسيحي من العلــوم والقوانين كما جاء به مؤلــف الكتــاب وكما نقله هو عــن مبتكري القوانين و مؤرخــي العلوم الذين ضم نتاجاتهــم وبنـات أفكارهم إلى مراجعــه، وآرائهم ضمن عرضه، ولم أتدخل في أي نقاشــ أو تعليــق .... ولا في أي معارضة أو تفنيد لما جاء هو به ، كما لم أضع نفسي لا في موضــع المقارن المُتصحـح ولا في موقف المدافــع المفوه لنسبـة هذا الاكتشاف

أو ذاك لهـذا العـالم أو ذاك .... ولكن لابد أن يكـون لي في المستقبل القريب (بإذن الله تعـالى وبمشيئتـه سبحانه) دَلـوٌ أدلو به حول تلك الأحداث خصوصاً فيما يتعلق بأهمية التوثيق العلمي التاريخي المُوَسَّع حضارياً وجغرافيـاً وعـزو الاكتشاف الأول لصاحبه الأقدم من دونما حدود من زمن أو انحيـاز لفـئة.

لم يقتـصـر حـرصـي خلال كامـل رحلة تمتعي بترجمة هـذا السِفْر السَمين على ذكـر (وكلما سنحت لي الفرصة) المصدر الأجنبي بلغته الأصلية وذلك حرصاً على الإفادة وتشجيع القارئ النطّاسي على سبْر غَوْر النَصّ من منبعه، بغية في التأصيل وتعميقـا لإدراك نكهة اللغة الأم فحسـب، وإنما حرصـت أيضا على إضافة العديد مـن الشروحات الموجزة والتوضيحـات المركزة للكثير من المصطلحـات الفيزيائية والتعابيــر العلميـة، ولخصت الهـام من الأحـداث وأوجزت شرح انجازات الغالب مـن الأعلام والتعريـف بالشهير منهم والـذي كان نص الكتاب الأصلـي قد مـرّ عليها مرورا عـابرا سـريعا، إدراكـا مني بأهمية وضرورة توضيحها وإدراجها على شـكل ملاحظـات ذيّـلت بـِها صفحات ترجمتـي للكتاب حيثما وجدت إلى ذلك سبيلاً .... ولم ارتأى إدراجها جماعـياً في آخر كل فصل إيمانا مني بضرورة اطّلاع القـارئ العـادي والمختص عليها لـدى ورودها في سياق النص بغيـة تسهيل مهمة الاستمرار والاسترسال في فهم مقاصد الكتاب ومعانيـه، ولإدراك مراده ومراميـه. هـذا وقـد كان جُل اعتمادي في ذلك على الموسوعـة الإلكترونية (الوي كي بيد يا - Wikipedia) وعلى معجم (مريام وبستر - Merriam Webster) للغة الإنكليزية وعلـى الموسوعة البريطانـية (Encyclopedia Britannica، وعلى معجـم (محيط المحيـط) للمعلم بطرس البستاني للعربية وعلـى معلوماتي الخاصة في مجالات ورودها ، وقد ذيّلت جميعها بكلمة - المترجم .

لقـد كان وما يـزال في صبر وصمود أقطـاب العلوم ورواد اكتشـاف الحقائق و

مبدعـي قوانينهـا، وفي دراسـة سيرهِـم الذاتيـة وإيمانهـم بأهدافهـم ومواظبتـهم لتـحقيقهـا، دروساً عظيمة وعبرا خالدة لا بدّ مـن إيصالها إلى أجيال النشء في كل زمـان و مكان، فقـد كان ذلك و ما يزال الإكسير السحـري والرسالة البيّنة لإدامة همّة العمل فيهم .... وتعزيز حب المعرفـة لـدَيـهم و صمودهم وثباتهم على آرائهم العلميـة ، حتى ولو جُوبهت بالرفض والاستهـزاء، أو بالمناهضة والاستعلاء خاصة مـن قبل أقرانهـم ومعلميهم وذويهم الذيـن لا يرتقون إلى مستوياتهـم لا ذهنيا ولا علميـا. لقـد كان في مطاولـه الأوائل والأواخـر وصبرهم على مسائلهـم وإيمانهم بعلمهـم وبجدية أعمالهـم نبعٌ ثرّ خيّـر ، كان ولا يزال المعـين الأهم الذي روى ويـروي بـذور الإبداع وشـذرات العبقرية كـي تصمد كزرع أخـرج شطأهُ ... ومنارة عم نورهـا فانبلج الصبح بعد إظلام. وفي تقليبي لصفحات التاريخ وغوري بـين اسطر الإبـداع فيه لم أجد خيرا من صفـة (الصبر) نعتاً تـحلـّى به كافة مبدعي هذا السِفْر وغيره على اختلاف ميولهـم ورغباتهم وتضارب أهوائهم وخلفياتهم وتنوع إبداعاتهم واكتشافاتهم، فقد كان الصبر ولا شك ذروة سنام أمجادهم ومنوال نسـج انجازاتهم... و في ذلك شحذاً لهمم أبنـائنا من الشباب لخوض غمار الإبداع والنهـل من كوثـر التجديد بالاعتمـاد عليـه وبالتزود منه، ولنا فيـه جميعاً – لو يعلمون – خيرا كثيرا.

لطالمـا أعجبـتـهُ ولكثرة ما تلذذتُ بما سبـق أن قرأتُهُ من سيَـر العلماءِ الأفذاذ والعباقـرة الأعلام في مقتبل حياتي، تلك القراءات اللائي اعتقدت يقـينا أنهـنّ قد ساهمْن بالكثير في تطوير شخصيتي وتوسيع طموحي وتعميق دراساتي وانجازاتي. ولهـذا اعتقدت جازمـاً بأهمية دور هـذا الكتاب الإيجابيِ في سَـدِّ جزءٍ كبير من طموحـي بالتعريف بسـير العلماء الأفذاذ بغيـة تشجيع الشباب علـى الاقتداء بهم ورفع مستوى طموحـهم وشحْذ هممهم .

ولي وقفة رجاء هنا ... للمعلمين والمربين في المدارس والمعاهد والجامعات وللآباء والأمهات في الدور والبيوت أن لا يغفلوا نبتة الإبداع والعبقرية لدى طلابهم وأبنائهم وان يعهدوها بالعناية والرعاية وبالحب والتفهم وان لا يحرموها من نور التشجيع والإنطلاق والتفكير ولا من أوكسجين التبني والرعاية والتحرير، وان يجعلوا الدراسة الأكاديمية داعماً لهذا المنحنى وليس بديلاً ولا ناكِصا له.

أما الترجمة فهي في رأيي باب الأمم وطريقها نحو التقدم والارتقاء ومفتاح تفوقها وسؤددها نحو النجاح والإبداع ، وقد يطول بيَ المقال ان أردتُ الإستشهاد في ذلك بالتاريخ ... والتقوي على ذلك بالجغرافيا. وهي بلاشكٍ عمل جبار خطير يستوجب الإعتكاف والتفرغ، والأمانة والتجلي بالإضافة إلى النفس الطويل ولم تكن لِتخلو من صعوبات ومطبّات وعراقيل ، فقد تمرّ الساعات قبل الوصول إلى القناعة في ما ينسخه المِداد، وقد تمر الأيام قبل الوصول إلى روح المُراد.

وأخيرا لا يسعني إلا أن أؤكد قصدي وإصراري على إضافة عبارات (جل وعلا) و(سبحانه) و (تبارك وتعالى) بين قوسين كلما جاء جاء ذّكر لفظ الجلالة في أصل النص أو دل عليه معناه وذلك دون إفراط في استعمالها ولا تفريط إيمانا مني بقدسية مدلولاتها ...

وختاما عشمي أن لا يتضايقن أحدكم من صعوبة فهم هذه المعادلة الرياضية أو من تعصّي إدراك ذلك القانون العلمي، ولا من نوافل تفاصيل بعض ما ورد بخصوص أفكار (كاوس) أو إبداعات (فراداي) أو نظريات (هيزنبزك) ولا من غيرها .... لأنهن وببساطة كنَّ قد كُتبنَ من قبل من اعتُبروا (ولا يزالون) عمالقة أعلام فيزياء القرنين الثامن و التاسع عشر... وما نَضَحَ عن فكرهم كان هو الهادي لقمم الانجاز العلمي العظيم خلال كامل مسيرة البشرية خلال القرنين التاليين ، فهنّ وعبقرية أصحابهِنّ - ولاشك - في واد .... وأنا وأنت في

آخـر.... ولكن سيسهـل الأمر علينا جميعا إن اعتبرناهن؛ حافزا ومثالا حيا لما يمكن لذهن الإنسان أن يتفتق عنه، أو أن يتوصل إليه ويسمو بكامل البشرية عن طريقة...

لأولئك الأفذاذ منا جميعا التحية....ولنا أن نترك لهم تعقيدات رياضياتهم وخفايا قوانينهم وتفاصيل معاناتهم ، وان نستلهم منهم ثمرة، أفكارهم وخلاصة، صبرهم.....

والسلام .

الدكتور / إيمان نوري الجنابي.

قسم الشؤون الأكاديمية والتدريب.

مركز التدريب والتطوير – مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث في الرياض.

ضحى وعصر يوم الاثنين المصادف 28/06/2010 للميلاد والموافق لأربع عشرة ليلةً بقين من شهر رجب لعام 1431 للهجرة .

ملاحظات المؤلف حول المصطلحات العلمية والرموز الرياضية المستعملة في هذا الكتاب

لقد حرصت على تذييل كل مدخل من مداخل هذا الكتاب بقائمة مفصلة من المصادر أدرجتها تحت عنوان (مصادر إضافية وقراءات أخرى)، ذكرت فيها عدداً من المصادر الأولية الأساسية القيّمة إضافة الى المزيد من المصادر الثانوية المختارة والتي حرصت على تميّزها بالحداثة والمهنية فيما يوضح القوانين الرياضية المتخصصة، ولي أن أقترح على القراء المهتمين ضرورة الاستعانة بهذه القائمة الأخيرة لإكمال أي دراسة لهم أو بحث ، وذلك لاحتواء هذه الأخيرة على مصادر إضافية لا غنى عنها لكل باحث يرغب بالبداية من خط الشروع .

كما حرصت على الإشارة إلى أهم الأحداث التاريخية التي صاحبت اكتشاف كل قانون من قوانين هذا الكتاب وجمعها ضمن إطار مختلف تحت عنوان [من أحداث عام (الاكتشاف - كذا)]، أما الرموز الكبيرة التي تصدرت شرح كل قانون (وهي رموز الذرة، والدورق والتلسكوب ورمز النسبة الثابتة ⚛ ⚗ 🔭 π) فقد عنيت بها أن القانون المعني لابد وأن يندرج ضمن حقول (الفيزياء و/أو الكيمياء و/أو الفلك و/أو الرياضيات) على التوالي.

حرص الكتاب في طبعته الأصلية باللغة الإنكليزية على (إمالة) الحروف ذوات القيم الرياضية الثابتة أو المتغيرة (italicized) وأغفل ذلك للحروف التي لا تحمل مثل تلك القيم، فمثلا طبع الحرف (T) في (T1) مائلا لأنه يمثل قيمة رياضية معلومة (للحرارة - Temperature) أما الحرف اللاتيني (L) فقد طبع صحيحا لأنه تصدر عنوانا كما في كلمة (قانون - Law)، وفي ترجمتي للكتاب وتلافيا للالتباس الذي لابد أن ينتج عن اختلاف فهم معنى الرمز العربي فقد حرصت على إدراج كافة المعادلات والقوانين والرموز الرياضية أينما وجدت بنفس طريقة إدراجها في الأصل المترجم . وبذلك أزلت الإبهام وسهلت مهمة الاستزادة والبحث عن هذا القانون أو ذاك وهذه المعادلة أو تلك من المصادر

الإنكليزية . أما الترجمة العربية فقد أغنتنا عن أي شك أو التباس في أشكال الحروف فلحرف لغة القرآن الكريم سيادة البلاغة وريادة التعبير أينما حل لا مراء في ذلك .

تبين لي من اطلاعي المستفيض تباين التراث العلمي العالمي وانقسامه الشديد فيما يخص ذكره لنظرية أينشتين فهو تارة يذكرها (كالنظرية العامة في النسبية) وطورا (كنظرية النسبية العامة)، وماثل هذا الاختلاف ما ذكر في عدد من المصادر حول (النظرية الخاصة في النسبية) و (نظرية النسبية الخاصة) ولذلك فقد آثرت استخدام مصطلحي (النظرية العامة في النسبية) و(النظرية الخاصة في النسبية) في هذا الكتاب كلما جاء ذكر هذه أو تلك، أما سندي في ذلك فهو استخدام أينشتين نفسه لهذين المصطلحين الأخيرين كعنوانين لأهم فصلين من كتابه المعنون :

(النسبية : النظريتين الخاصة والعامة) والذي طبع لأول مرة في عام (1916) .

لقد عبر اسحاق نيوتن في عام (1676) عن إنجازاته العظيمة بتشبيه بلاغي فذ حين قال: (لا فضل لي وأنا أنظر إلى نقاط ومواقع أبعد من الأفق، فما أنا إلا ناظر له من على أكتاف العمالقة الذين سبقوني) . لا يختلف اثنان حول قدم هذا المثال وكثرة استخدامه كناية عن التواضع، ولكن ما أكده (نيوتن) هنا هو حقيقة تقدم الفكر العلمي العالمي من خلال استخدام مثال معروف ملخصه أننا لابد وأن ندين بفهمنا للعالم من حولنا وبالرفاهية التي نعيش نعيمها للعلماء والأفذاذ الذين سبقونا والذين مهدوا بفكرهم لفهمنا له واستمتاعنا بموجوداته وبنفائسه.

ديزيكس
(Twilight of the Idols.) Peter Dizikes. New york Times Book Review. November 5. 2006.

مقدمة الكتاب وخلفيته

لقد ولد اسحاق نيوتن وعاش في عالم اكتنفه الظلام وأحاط به الغموض وتشبع بالسحر والشعوذة ولكن بالرغم من اقترابه من حافة الجنون ولمرة واحدة في حياته على الأقل، إلا أنه استطاع إماطة اللثام واكتشاف الكثير من جوهر المعرفة البشرية وبقدر لم ولن يسبقه أحد إليه لا من قبل ولا من بعد. لقد كان وبحق خير من أقام الدعائم وشيد بنيان الصرح العلمي للعالم الحديث، وتمكن من تجسيد المعرفة الحديثة فيه بدقة وبموضوعية كمية لا تقبل الشك، وهو الذي صاغ كل ذلك على شكل مبادئ عصية على التفنيد حملت اسمه كـ (قوانين نيوتن) والتي ستظل خالدة مادام في الكون ذهن يعيها!

كليك - James Gleick، Issac Newton

مقتطف من كتابه (اسحاق نيوتن).

لقد دأبت الفيزياء – وطوال تاريخها – على الاستعانة بـ واستنباط المفاهيم الرياضية الجديدة كلما وصلت الى مفترق أو تأهبت لقفزة مهمة في طريق الاكتشاف إلى الأمام، ولا أجافي الحقيقة إذا جزمت باستحالة استمرار وتطور فهمنا الحالي والمستقبلي لقوانين الفيزياء وإدراك كونيتها ودقتها المتناهية بدون استثمار الرمز الرياضي ولغته.

عطية - Sir Michacl Atiyah، (Pulling the Strings)، Nature

مقتطف من كتابه (سحب الخيوط)

الباب الأول

قوانين الطبيعة

لا مجال للشك اليوم بأن تطور الكون سابقا ولاحقا كان وسيظل خاضعا لقوانين صارمة دقيقة معلومة تحكمه لعل المولى عز وجل، (خالق الكون سبحانه) هو الذي وضعها ولكن لا مجال للشك أيضا أنه لا يتدخل غالبا (إلا حين حصول المعجزات) لنقضها.

هاوكنج - Stephen Hawking، Black Holes and Baby Universes

مقتطف من كتابه (الثقوب السوداء والأكوان الفتية).

قال أينشتين يوما: (إن أصعب ما يمكن فهمه حول الكون الذي نعيش فيه، هو أنه قابل للفهم!) وينعكس ذلك على حقيقة أن الطبيعة التي تحيط بنا وكامل العالم من حولنا قابل للتفسير أو على الأقل للتقريب باستعمال معادلات وتعابير رياضية غاية في الاختصار والرشاقة وباستخدام قوانين الفيزياء.

لقد خصصت هذا الكتاب لسرد وإيضاح ومناقشة أمهات القوانين الطبيعية التي نضجت وتم اكتشافها عبر قرون عدة والتي أسهمت بنفسها أو بنتائجها في التأثير العميق على طريقة فهمنا للعالم، وللكون من حولنا إلى الدرجة التي غيرت معها طرق معيشتنا على الأرض وطريقة تعاملنا مع موجودات الخليقة. لقد وفرت لنا هذه القوانين طريقة رشيقة سهلة مرتبة لوصف الظواهر الطبيعية تحت مختلف الظروف واحتمالات تغيرها، فعلى سبيل المثال دعنا نأخذ قانون برنولي لحركية الموائع

– [(Bernoulli's Law of Hydrodynamics) – ($V^2/2 + gz + p/\rho = C$)].

هذا القانون الذي تفرعت منه عدداً من التطبيقات في مختلف حقول (حركية الهواء – Aerodynamics) والتي تعد جانب العلم المتخصص في دراسة انسياب التيارات الهوائية فوق وأسفل أجنحة الطائرات وتصاميمها، كما يدرس ويفسر أشكال وانحناءات المراوح الدافعة للسفن والقوارب ودفاتها، أما قانون (**فك**) الثاني للانتشار الغازي

$-[\text{Fick's Second Law of Diffusion}، (\partial c/\partial t)_x = D(\partial c^2/\partial x^2)_t]$

فقد وجد تطبيقاته في تفسير طرق الاتصال ما بين الحشرات بواسطة إطلاق مواد الفرمونات (Phermones) خلال الجو، والتنبؤ بـ وتحديد زمن انتشار الملوثات البترولية – الهيدروكربونية – إثر تسربها إلى البحر بعد عطب ناقلاتها، وفي التعرف على التجمعات البترولية الخام لغرض استخراجها. وما أكثر المرات التي طبق فيها (قانون نيوتن للتبريد (Newton's Law of Cooling $T(t) = T_{env} + [T(0) - T_{env}]e^{-k}$ سيما من قبل متخصصي الطب القضائي في دوائر البوليس الجنائي للكشف عن جثث ضحايا حوادث السلب والبغاء والقتل في زوايا المواخير المظلمة وثنايا الفنادق المشبوهة لتحديد زمن وفاتها!

ومن السخرية أن تمكن بعض هذه القوانين بني البشر من امتلاك ناصيتي التشييد والتدمير في آن... ولعلها قادرة أيضا على أن تزيح غمامة الإطلاق التي لازمت نظرة الإنسان إلى نفسه وإلى الكون ولقرون.... حتى مكنته – بل وأرغمته – على تغير نظرته إلى (الحقيقة) ذاتها!!

فقد شهدت أربعينيات القرن العشرين الماضي (1940s) اكتشاف عالم الفيزياء الذرية (كراهام– Graham) لقانونه الفريد $[R_1/R_2 = (M_2/M_1)^{1/2}]$ الذي مكّن العلماء من صنع القنبلتين الذريتين الأمريكيتين اللتين كانتا قد ألقيتا في اليابان، الأولى على مدينة (هيروشيما) والثانية على (نكازاكي) فرسمت أقبح لطخة عار على جبين حضارة محدثة تقول ما لا تفعل وتدعي بما لا تؤمن، (حضارة) أباحت لنفسها ذبح الملايين في العالم، فدمرتهما ولم تركعهما. أما سلسلة القوانين التي فسرت ومهدت لفهم كنه (الظاهرة الكهرومغناطيسية – Electromagnetism) فقد مكنت التكنولوجيا الحديثة من ربط العالم من أقصاه إلى أقصاه بمختلف وسائل الاتصالات السلكية واللاسلكية. وما يدعو إلى الإعجاب والدهشة مما سنناقشه في متن هذا الكتاب من قوانين، فهو (مبدأ الشك لهيزنبرك (Heisenberg Uncertainty Prinaple، $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$).

والذي يبين بوضوح رياضي ملفت قد يصعب استيعابه من قبل المنطق البسيط، بأن وجود الكون الفيزيائي الملموس لا يمكن أن يكون قد وجد أزليا مفردا بأسلوب مقنن مسبق

وإنما خُلق كنظام احتمالي وجد بنفس احتمالية خلق ووجود ما لا نهاية من أشباهه ونظائره وأقرانه من الأكوان في الوجود الفيزيائي اللامتناهي[1]، وإذا راجعنا كشف حساب ما سبق من عينات القوانين المدرجة ضمن هذا السِفْر لوجدناها باقة رشيقة من التعابير الرياضية البسيطة نسبيا قاسمها المشترك وميزان زينتها وسر إعجابنا بها هو بساطتها وانسيابيتها وإمكانية تطبيقها على كل ما حولنا عمليا. أنحاز طبيعيا إلى فئة العلماء والمفكرين الذين يؤمنون بالحقيقة القائلة بإمكانية تفسير مجريات الكون بواسطة قوانين ومعادلات رياضية بسيطة – ليس لكوننا (نحن) من وضع هذه المعادلات وتلك القوانين أو أحرزنا سبق اختراعها – ولكن لسبب جوهري آخر أهم معنى وأعمق مغزى ألا وهو احتواء الكون بطبيعته على النسق الرياضي بكافة تفاصيله ؛ ولقد عبر الكاتب العلمي الشهير (مارتن كاردنر – Martin Gardner) في مقالته القيمة المنشورة عام (1950) تحت عنوان (النظام والمفاجأة) عن هذا المفهوم بتشبيه خيالي يوضح هذا المفهوم بأسلوب سريالي بسيط قابل للاستيعاب حين قال:

((كوننا بما فيه عبارة عن كتلة من الحركة فلو تمكنا من تصوره في لحظة جمود خاطفة حين تتوقف الحركة ويسكن كل ما فيه، وأطلقنا حملة مسح جبارة لاكتشاف وتصوير ودراسة كل ما في داخله وعليه فإننا لن نجد كونا عشوائيا بقطع وأجزاء ومكونات وذرات تشذ الواحدة منها عن الأخرى بل سنكتشف ونحن تحت تأثير الدهشة الصاعقة بأن كل ما فيه وتفاصيل ما يحويه عبارة عن أنظمة وقطع وأجزاء رتبت هندسيا بشكل يدعو إلى الإعجاب والانبهار والتأمل، فسنجد على سبيل المثال مختلف التراكيب الحلزونية تزين المجرات كما سنجد البلورات السداسية الشكل التي تحلي دقائق الثلج.

وإذا ما أذنا لخيالنا أن يرخي العنان لحركته وفعالياته للانطلاق، فعند ذاك ستتجلى لناظرنا انسيابية وتناسق ورشاقة القوانين التي تحكم هذه الحركة وتلك الفعالية وسنعجب – بلا

---

(1) The Theory of Multiverse – وهي من النظريات الحديثة والنتائج المقبولة رياضيا والمستنبطة من تعديل عدد الأبعاد الموجودة ضمن نظريات النسبية العامة ونظرية الأوتار (String Theory) والنظرية الهولوغرافية للكون لتطابق نتائجها بعضها مع بعض، الأمر الذي ينتج احتمال وجود أكثر من كون وكون بديل وكون مطابق في (الكون)!! – المترجم

شك – بدقتها وصرامتها وبساطتها في آن، علما بأننا لن نتمكن من معرفة السر وراء ما يدفع كل ذلك إلى التصرف بهذا الشكل أو لِمَ نُسج على هذا المنوال!)).

سيظهر جليا لكل من يحلل المثال الخيالي السابق، بأن (لمارتن كاردنر) هدفا جليا ابتغى الإفصاح عنه وإلقاء الضوء عليه، ألا وهو التأكيد على حقيقة تمكن الرياضيات وبأبسط صورها من التحكم بكوننا الذي نعيش فيه وتفسير كافة ظواهره من المستوى الذري والجزيئي وحتى آفاق النجوم والمجرات. لقد دأب العظماء والأعلام على رسم صور جميلة للكون وما فيه وتمثيل الإنسان وما يخالجه تجاهه كلما لمعت في ذهنهم فكرة أو أجابوا على سؤال موجه إليهم، فذاك (اسحاق نيوتن) يصور دأب الإنسان وكدحه لاكتشاف قوانين العلوم على شكل طفل دائم البحث عن غرائب القواقع وجميل الأصداف على شاطئ بحر مترام لا نهاية له، وهذا (ألبرت أينشتين) يفصح عما يخالجه بشأن عظمة الكون وتعقيده ونظامه ويصور نفسه طفلا يدخل مكتبة عامرة لا نهاية لها مدججة بأمهات الكتب وعظيم المجلدات بلغات مختلفة غريبة عجيبة. لن يتمكن الطفل من فهم جل ما حوته تلك المجلدات وهذه الكتب ولكنه سيقدر وسيشعر بمرور الزمن بدقة التنظيم وجمال التصنيف وروعة الترتيب الذي أُنشئت على أساسه تلك المكتبة ورتبت بموجبه كتبها على رفوفها...

وعلى ذات المنوال وبنفس المعنى هناك عدد من الكتابات التي تؤكد ذات الفكرة وعين المضمون، فخذ مثلا ما كتبه الفيزيائي النظري المرموق (بول ستينهاردت – Paul Steinhardt) في الكتاب الموسوم (ما نؤمن به ولا نستطيع إثباته) لمؤلفه (جون بروكمن – John Brockman):

((لقد أكدت كافة ملاحظاتنا الحديثة وتجاربنا ودراساتنا بأن جوهر الكون الذي نعيش فيه هو جوهر بسيط ببنية قابلة للفهم، فتوزيع المادة والطاقة فيه على درجة مذهلة من التناسق، حيث يمكننا تفسير التركيب التصاعدي للمنظومات المعقدة فيه ابتداء من الجسيمات مادون الذرية والذرات وحتى تشكيل المجرات ومجاميعها بواسطة عدة عشرات من الجسيمات الابتدائية، التي تحكمها وتضبط تصرفها حفنة من القوى، والتي بدورها ترتبط ببعضها

البعض بنظام تماثلي مدهش وتخضع لتضافر مذهل تحكمه عدة قوانين لا غير !! والخلاصة فإن كونا فسيحا متراميا بسيطا لابد وأن يتطلب ويتم فهمه فعلا بتفاسير بسيطة)).

لقد أيقن واضعو القوانين العظام، ومنذ قرون خلت أن إرادة الله (عز وجل) لابد وأن تكون قد تدخلت لوضع قوانين الكون(الأكوان) الذي خلقه، فعلى سبيل المثال: لقد آمن العالم البريطاني الكبير [اسحاق نيوتن(1642-1727)Isaac Newton] والكثير من معاصريه بأن المولى القدير وحده هو الذي وضع قوانين الكون بإرادته (سبحانه) وأخضعها لمنطق متسلسل متجانس قابل للإدراك من قبل الذهن البشري. جاء في المقدمة التي كتبها الرياضي الإنكليزي (روجر كوتس – Roger Cotes) للطبعة الثانية من (كتاب المبادئ) – (Newton's Principia) الشهير لنيوتن لعام (1713) ما يلي:

((لا أشك مطلقا بإمكانية خلق هذا العالم المترامي الفسيح الذي نعيش به وبكل ما يحتويه من تنوع الأشكال والحركات والقوى من قبل الإرادة الإلهية الحرة من العدم، كما لا أشك مطلقا بأن إرادته – سبحانه عز وجل – كانت ولاتزال وستظل هي الهادية له والمهيمنة عليه. وكما لا يمكن لأحد أن ينكر وجود نفحة الإبداع في قوانين (نيوتن) التي انسابت جزلة رشيقة طيعة بصورة لا يمكن معها افتراض الفوضى لوجودها، فكذلك لا يستطيع أحد أن يجزم بضرورتها..!)).

فالكون بما فيه لم ولن يكون بحاجة لقوانين (نيوتن) أو لغيرها ليعمل بالدقة وبالنظام المعهودين فيه ولهذا ما علينا لاغناء جعبتنا منها سوى التسلح بالمراقبة والتمحيص والتجريب لا بالصدفة والتخمين.

كتب الفيزيائي الأنكلو – إيرلندي «جورج ستوكس (1819-1903) George Stokes » الذي اشتهر بوضعه لقانونه في اللزوجة، في مؤلفه المعنون (علم دراسة طبيعة الأديان) ما يلي:

((اذا ما آمنا بوجود الله عز وجل – سبحانه– فستزال (حتما وحالا) غمامة الشك عن إمكانية حدوث المعجزات، والآن إذا آمنا بأن الله (الواحد الأحد) هو الموجد المتحكم

بهذا الكون (وغيره) وهو وحده سبحانه الموجد للقوانين التي يُسيّره بموجبها، فلابد أن نستنتج بأنه هو وحده (جل وعلا) القادر على تعطيلها أو إيقافها ولو آنيا، وإن خامرتنا أي ريبة حول مثل هذه الاحتمالية الأخيرة فلا يجبرنا لا عقلنا ولا منطقنا على الإصرار على قبولها فبإمكاننا هنا إرجاع حدوثها إلى مبدأ الاحتمالات)).

لاكتشاف القوانين الشاملة (الكونية) هيبة واحترام تعكس نضج العقل البشري وحدّة ذكائه، ويمكننا سرد سببين على الأقل لذلك؛ أولهما هو إمكانية تلك القوانين على توفير الإطار المناسب لاكتشاف (الحقيقة) التي ينطوي عليها الكون، وثانيهما هو إمكانيتها على التنبؤ وإطلاق التوقعات لما يمكن أن ينتج عند وضع أوليات محددة باتجاه معلوم.

ولاكتشاف واحد من القوانين التي ترقى إلى مستوى هذه التسمية لابد للعالم أو العلماء المعنيين بمثل هذا الإنجاز من إجراء عدد جم من الملاحظات، وربطها والاستفادة من جهود الكثيرين ممن سبقهم في ذلك المجال، ثم شحذ هممهم وذكائهم لوضع عدد من التصاميم للكثير من التجارب الخلاقة، التي لابد أن تعكس الكثير من لب الإحاطة بصلب مادة القانون، وبناءً على ذلك سترى بأن مكتشفي القوانين العامة ضمن متن هذا الكتاب لابد وأن يكونوا من خيرة العلماء الأفذاذ والباحثين الأجلاء أولي الكؤوس المعلاة في اختصاصاتهم.

قد يظهر، وللوهلة الأولى للمتصفح المتعجل لهذا الكتاب بأنه قد لا يتعدى كونه سردا تصويريا مقتطعا لقوانين علمية في هذا الحقل العلمي أو ذاك مع سرد قد يطول أو يقصر لسيرة حياة واضعة، بلا رابط بين مختلف فصوله وأجزائه، ولكن بإمعان القراءة والمضي في تفاصيل الكتاب ستظهر له – ولاشك – العلاقة وتبين لديه الحبكة التي تربط أجزاءه الواحد بالآخر وبفكرة الكتاب ككل، فلا يخفى على حدس لبيب بأن القاسم المشترك الأعظم للعلم وفكرة الهدف الأسمى للمعرفة لم ولن تكون يوما مقتصرة على تكديس الحقائق وضرب الأمثال وتسطير المعادلات، وإنما كان الرائد الأسمى لها، (ولمجمل الزخم العلمي البشري) هو فهم الأنظمة وإدراك الأسس وضبط العلاقات التي تسري بين حنايا تلك الحقائق وخوافي أولئك القوانين وتكسبها روحها التي تعكس عظمة الكون وروعة النظام القائم عليه.

لقـد وضعـت نصب عيني أثناء إنشـاء هذا الكتاب ضرورة توخي الدقـة في اختيار نُخَب القوانـين من بـين كم هائل منها اعتمادا على ميزان الأهمية وسبق التأثير لكل منها على تقدم العالم وعمق التأثير الذي أوجدته فيه، ولبلوغ هذا الهدف وضعت في حسابي ضرورة تحقيق غايتين مهمتين:

أولاهمـا: ضـرورة احتواء القانـون أو القاعـدة أو المبدأ المدرج في كتابـي هذا على زخم توضيحـي واضح وقوة اقناع هائلة لتفسير الحقائـق والملاحظات والمشاهدات التي تنضوي تحت لوائه من جهة، وضرورة كونه متمتعا بقاعدة قبول علمية واسعة ومصداقية بيّنة في حقل تخصصه من جهة أخرى.

وثانيتهمـا: ضـرورة تتويج القانون أو القاعدة أو المبدأ المـدرج باسم مكتشفه ومبدعه، مما يعني ضرورة تمحور هذا القانون أو ذاك، وهذا المبدأ أو ذاك حول شخصية علمية فذة واحدة كان لها الأثر المميز الأسمى والتأثير المحوري البين في اكتشافه وفي تسليط الضوء عليه ورفعه إلى مصاف الاهتمام العلمي العالمي.

ولا أتمنى عليك – عزيزي القارئ – سوى أن تغمض عيني رأسك وتنظر بعيني عقلك إلى روح المغامرة وتتحسس نكهة المتعة وسمو النشوة التي لابد وأن عاشها أولئك العظماء الأفذاذ في رحلة بحثهم المضنية تلك... والتي لم تخلُ من آلام وأشواك كما لم تخلُ من خطورة وضع الحيـاة ذاتها على الحد أحيانا!... كيف لا وقد لف روادها شغف الولوج إلى الحقيقة وأحاط بهـم ديدن الكشف عن المجهول؟.. والخلاصة فإن هـؤلاء المكتشفين كان لهم شرف إعادة تكوين وتشكيل وتلوين الطريقة التي ننظر بها إلى عالمنا الجميل، فصار (دائما) أبهى مما كان.

مبدعو القوانين.. من هم؟

لعل أروع ما يخطر على بالي عند محاولتي وصف الشعور الديني الذي لازم العلماء والعباقرة لفهمه على مر العصور.. هو تصوري لشدة الفرحة الطاغية وإدراكي لقمة النشوة العارمة اللتين سرعان ما تلف وتسحر العالم والعبقري لدى اقتراب إدراكه وبلوغ فهمه للتناسق التام اللامتناهي والتآلف السرمدي لأي قانون طبيعي يكتشفه، مع واقع الطبيعة ذاتها، ذلك التناسق والتآلف الذي لا يعكس إلا جانبا واحدا من النضج اللامتناهي وزاوية ضئيلة محددة من كامل طيف الذكاء الأزلي الذي يلف الكون ويتغلغل به والذي يقف معه النضج والذكاء البشريين (مهما عظما بحساباتنا القاصرة) عاجزين مخذولين لا يمتلكان من قطمير ولا يقويان على شيء.

ولا نجافي الحقيقة في شيء إذا ما اعترفنا بأن الذهن البشري بكامل قدراته وإبداعاته وإنجازاته قد يُختزل وبمنتهى البساطة إلى (اللاشيء!!) مقارنة بذاك الإبداع السرمدي. ولعلي أجزم بأن ذلك الشعور بل واليقين في إدراك سرمدية النظام في الكون هو الذي أوقد المصباح في المشكاة فأصبح النبراس الذي قاد العلماء والعظماء في حياتهم وهداهم إلى الإبداع في أعمالهم، كما وأجزم بأن تلك المقارنة البسيطة الرائعة بين الإنجاز البشري الضئيل اللامتناهي في ضآلته (على أهميته النسبية لنا) وبين الإبداع الكوني العظيم اللامتناهي في عظمته (والذي لا نكاد ندرك هيبته وملكوته) هو ما قاد كافة عباقرة البشرية وعلمائها إلى نور اليقين وأحاط بذور الإيمان المزروعة في فطرتهم بالرعاية والحنين فأنارت ألبابهم وهدتهم إلى الله – جل وعلا – على مر العصور.

أينشتين

Albert Einstein, Mein Weltbild, 1934

لقد أكد عالم الاجتماع الأمريكي [روبرت ك. مرتون Robert K. Merton (1910–2003)] بأن نظام التسمية – ويقصد به تسمية القوانين باسم مبتكريها والنظريات باسم واضعيها والاكتشافات

العظيمة باسم مكتشفيها – يعود إلى زمن غاليليو (Galileo)، فلقد دأب العلم على تزكية ومكافأة كل من كان لـه كأس السبق من العلماء والمكتشفين سواء في استحداث قانون أو في وضع نظرية أو ابتكار أحـد المبـادئ الطبيعية أو الكونية أو حتى إذا ما كان مجرد باحث أو مجرب صادف وأن وُجدَ في الزمان والمـكان الصحيحين والمناسبين لـدى الوصول إلى حقيقة من إجراء تجربة أو الحصول على ناتج من إتمام تفاعل.

ولمـا كان ديدن هـذا الكتاب هو فهرسة القوانـين والتركيز عليها مادامـت مقترنة بأسماء مبدعيها، فما عليك إلا أن تركن إلى الفهارس المرفقة بهذا الكتاب في بحثك عن أي قانون أو مبدأ أو معادلة وتديم تقصيك عنه تحت اسم مكتشفه حتى أنك قد تعثر عليه في مدخل أو باب لم يمر بذهنك في الحسبان. ولعل من المفيد ان أذكِّرك – عزيزي القارئ – بأني لم أحصر نفسي في ذكـر وشرح ومناقشة القوانين التي أثرت وما زالت تؤثر في عالمنا المعاصر اليوم وحسب، ولكنـي قد بذلت جهـودا جبارة في ضم العديد غيرها والتي أسهمـت حتى في إعادة تأهيل وصياغـة الحياة في غابر الأزمان وأسهمت في تبلور وتطوير العلم منذ القدم. ولكن وبالنظر لضيق فسحة الكتاب عن استيعاب (كافة) القوانين فإني أنصحك بالبحث عن عدد من أشهر المعادلات العلمية والتي لم ترتق إلى مستوى تسميتها (بالقوانين) لأسباب تاريخية أو غيرها في الفصل الأخير من الكتاب، وتحت مدخل (**الملاحظات النهائية**) الذي ختمت به سفري هذا.

لم أعـن عند تكرار تركيـزي على القوانين المسماة بأسمـاء مكتشفيها بأني قصدت شمول كافـة تلك القوانـين ذوات الأهمية البالغة في تاريخ الفيزياء وعـبر كافة العصور ضمن دفتي هـذا الكتاب. فمثلاً، لابد من التنويه بأن الغالبية العظمى من القوانين والمبادئ التي وضعت وصيغـت في فـترة التاريخ الحديث وبرغـم أهميتها القصوى التي مكنتنا مـن فهم العالم من حولنا، لم تكن لتحمل أسماء محددة وانما عرفت بصفات وتسميات أكثر عمومية تعكس ذاتها كقوانـين، أكثر مما تُعرف بأصحابها كمكتشفين. ولعل في الشـرح المفصل الذي أوردته في باب (**مسـك الختام**) حول ندرة القوانين التي تحمل أسماء مكتشفيها منذ بداية القرن العشرين (1900) وحتـى اليـوم ما يفـي بالغرض، خصوصا وقـد أوردت فيه أمثلـة ساطعة لقوانين

ومفاهيم فيزيائية بارعة، ولكن لم أخصص لها مداخل مفردة ضمن سفري هذا. ومع ذلك فكلي أمل بأن المنحى الذي سلكته في تبويب وتصنيف مداخل هذا الكتاب اعتمادا على القوانين التي تحمل أسماء أصحابها سيساعد القارئ الاعتيادي على تلمس القوانين التي ينوي التعرف عليها مزدانة بحلية ملونة ميسرة لملخص السيرة الذاتية للأفذاذ الذين أدلوا بدلوهم لاستخراجها وتوصلوا الى اكتشافاتهم لإثباتها وعلى مدى قرون عدة.

لا أدري كيف أبدأ أو بماذا أصف العلماء والأفذاذ الذين وسمت أسماؤهم القوانين العظيمة فعرفت بها؟... فلقد حفل هذا الكتاب بمجموعة مدهشة متنوعة من الأعلام الذين لم يتردد البعض بوصفهم بالجنون أو حتى بالشذوذ وبالكثير من الصفات السيئة الأخرى، فغدا أهم ما طبع شخصياتهم هو حبهم للمغامرة والمجازفة وعدم اعترافهم لا بالواقع ولا بحدود المعقول، فكانوا دائما تواقين للإبداع، شغوفين بالاكتشاف، لا يعرفون الكلل ولا الملل في أعمالهم فتراهم غالبا ما يواصلون الليل بالنهار ولا يعيرون لوقت الراحة أو النوم أو الطعام اعتباراً... لقد كان همهم الوحيد تجسيد طاقاتهم الخارقة ومجاراة فضولهم العلمي الخلاق حتى لو أدى ذلك إلى سيرهم لحتفهم بظلفهم (راجع قصة معاناة مدام كوري وعوق وتشوه مساعدتها الحسناء من جراء شغفهما بالمعدن المشع الذي دأبتا على مداعبته حتى قضى عليهما)، وممارسة النشاط تلو النشاط وفي مجالات لا تعرف الحدود وفي علوم لا تعترف بالتفرد. لقد طرق غالبيتهم أكثر من باب وولج جلّهم أكثر من اختصاص. خذ العالم الفيزيائي الفرنسي [جين - بابتيست بايو (Jean - Baptiste Biot (1774–1862] مثلا، فلقد كان ذهنا متيقظا وآلة فكر لا تُضاهى. لقد سبر هذا العبقري غور عدد من العلوم وأبدع فيها كالرياضيات وعلم الفلك ومطاطية المواد والكهربائية والمغناطيسية وعلم البصريات والتعدين، والذي دخل سجل الخالدين ليس بفضل قانون القوى المغناطيسية الذي وشّحه باسمه وحسب، وإنما بإطلاق اسمه على خام (البايوتايت–Biotite)[1] الصناعي الثمين كذلك. وخذ مثالا آخر ؛ معاصره [فيلكس سافار

(1) Biotite - وهو الاسم الالماني الذي أُطلق على الخام المعدني الأسود المائل إلى الإخضرار الداكن الحاوي على مادة المايكا

(Felix Savart (1791- 1841)] والـــذي انـبرى بـادي ذي بدء لدراسـة الطب، ولما لم تكن الصنعة قد بلغت مبتغاهـا التجاري (كما هو حالها في زماننا الراهن...!) بعد، فلقد شرع بدراسة الكمان الذي عشق العزف عليه وأجرى عدداً من التجارب على أوتاره حتى وجد نفسه منساقا ناذراً نفسه لدراسة الظاهرة الصوتية وصداها وطبيعة تأثير الهواء في انتقالها، كما عشق غناء الأطيار فحاكاها وأُغرم بذبذبة الأوتار فأبدع في سبر أغوارها فانكشفت أمامه أسرارها.

ولعلـه من اللافت للنظـر والإعجاب معاً أن نلاحظ من خلال دراستنـا المعمقة وسبرنـا لسير أفـذاذ هذا الكتـاب الذاتيـة وتفاصيل حياتهـم... أن الدراســة الأكاديمية الرسمية أو التحصيل الجامعـي أو حتى التحصيل المتوســط والابتدائي لم يكن ليجد السبيل إلى حياة غالبيتهم العظمى. فخـذ على سبيـل المثـال العالــم العبقري السويسـري الجنسيـة الألماني المولـد الفيزيائي الفذ [يوهــان لامبير (Johann Lambert (1728-1777)] والذي عكف على دراسة النسبة الرياضيــة الثابتة لمحيط دائرة مقسوماً على قطرها (بـاي – π) والذي أبدع في ذات الوقت في استنبــاط عدد من قوانين انعكاس وامتصاص الضوء، ذلـك العبقري الفذ الذي كان عصاميا في تعليـم ذاتـه إلى الدرجـة التـي لم يكن ليقضـي فـي أي مدرسة أو مكتـــب أو جامعة فترة زمنية تذكـر! أما الفيزيائي الألماني اللامـع [جـورج أوم (Georg Ohm (1787-1854) والذي خُلد اسمه بإطلاقه على وحدة قياس المقاومة الكهربائية (أوميكا – Ω) التي تميِّز كافة الموصّلات وأشبـاه الموصّلات والمقاومات، فلم يـرو عطشه للعلم والمعرفة سوى شغفـه الذاتي لدراستهما بنفسه، فلم يعلمه أحد وإنما آل على نفسه إلا أن يراجع ويدرس كافة كتب من سبقه من الرياضيين الفرنسيـين معتمدا اعتمادا كامــلا على جهده الشخصي. وخذ مثالا ثالثا فذا، ألا وهو الفيزيائي الإنكليـزي الشهير [ميشيـل فـاراداي (Michael Favaday (1791-1867] والذي لم ير باب مدرسة في حياته ولم ينتظم في فصل دراسي قط! وقد كتب فيما بعد يصف حاله قائلا:

(Mica) وهـي عبـارة عن صخور بلورية تتألف من خليط السليكات الحديدية الممغنطة وعنصـري البوتاسيوم والألومنيوم، وذلك تخليـدا لذكـرى العالم والرياضي الفيزيائـي الفرنسي [جين – بابتيســت بايـو (Jean Baptiste Biot (1774-1862]– عن وبستر – المترجم.

((اكاد أخجل من إطلاق كلمة «تعليم» على أي تحصيل نلته! والحقيقة فإن كل ما استطعت نيلـه من تعليم وحتى بلوغي عامي الثالث عشر لم يكد يتجاوز القليل من القراءة الابتدائية واليسير من الكتابة المبسطة وبضعة أرقام وعلامات مثلت كل ما في جعبتي آنذاك من علم الحساب! والخلاصة فإن كل تعليمي وتحصيلي وحتى بلوغي سني تلك لم يكن ليتجاوز ما يحصـل عليه تلميذ اعتيادي في يوم دراسي واحد! فملت نفسـي المدرسة والدراسة لأني ببساطة لم أكن أعرف لا الكتابة ولا القراءة وهربت منهما وذهبت أبحث عن عمل..!!)).

وبإمكاننا الإسهاب في ضرب الأمثلة لعظماء لم يكملوا تحصيلهم الدراسي ولا العلمي، ومع ذلـك استطاعـوا أن يسطروا أسماءهـم بأحرف من نور في سجل الخالدين، وليس أدل على ذلـك مثلا الحائز على جائزة نوبل، الفيزيائي الفرنسي البـارع الذي قُرن اسمه باسم زوجته التـي أفنت حياتها في سبيل العلم وهو [بيير كيـوري (1906–1859) Pierre Curie] الذي كان شديد الخجل والتواضع بل كاد أن يوصف بضعف الشخصية والبلادة حتى استقر في نفسه انه ضعيف الفكر وقليل الذكاء فرفض الانخراط في أي مدرسة حتى الابتدائية منها!

يذكـر لنـا تاريخ العلـوم دومـا ويُذكِّرنا بـأن الخلفيـة التعليميـة الأكاديميـة لم تكن يوما حجـر زاوية كل عبقـري مبدع ولا مقياسـا لموهبتــه، كمـــا ويذكـر لنا أيضـا أن ينبوع الإبـــداع وجـذوة العبقريـــة كثيراً ما تتفتـق وتؤتي أُكلهـا باكرا في حيـاة حامليها، فخذ علـى سبيل المثـال عبقـري الرياضيـات الألماني والفيزيائي الشهـير [كارل فردريخ كاوس (Carl Friedrich Gauss 1777–1855)] والذي كان نبعا ثرا يفيض بالعبقرية والنبوغ ومنـذ نعومة أظفـاره، فقد امتاز بطفولـة نادرة عجيبة حتـى أنه تعلم العد والحسـاب قبل أن يتعلـم الكلام، وتمكن قبل بلوغ عامه الثالث وخلال جلوسـه في حضن أبيه يوماً من تصحيح الخطـأ الحسابي الذي اقترفه والده في جمع رواتبـه وأجوره بمجرد النظر إلى الورقة التي كانت أمامهمـا!!، أما الكيميائي الفرنسي الفذ [ألكس بيتـي (1820–1791) (Alexis Petit] فقـد استطاع إكمال المتطلبات العلمية لدخول (**المعهد العـالي للبولي تكنيك**) في باريس والاجابة علـى جميع الأسئلة المطروحة عليه ولم يبلغ عمره عشـر سنوات ونصف!! ومما أدهش أساتذته

وممتحنيـه أنـه استطاع أن يحقق أعلى معـدل نجاح في تاريخ ذلك المعهـد ولحد ذلك الوقت، فبهر كافة زملائه ومعاصريـه. وأما ما بلغه وأنجزه الرياضي الأيرلندي [السر وليم روان هاملتن (Sir William Rowan Hamilton (1805–1865] فقـد يصعـب على التصديق، لقد تمكن هـذا العبقـري من اللغة العبرية قراءة وكتابة وهو في سنته السابعة، وعندما بلغ الثالثة عشرة كان قد اتقن عدداً من اللغـات الآسيوية الحية كالعربية والفارسية والهندستانيـة والسنسكريتية والملاوية. وإذا أردنا أن نختـم أمثلتنـا عن بواكير العبقرية وسرعـة ظهورها في حياة حامليها دعنا نذكـر الفيزيائي الفرنسي الشهير صاحب الاسم الذي صاحب وسيصاحب وحدة الكمية الكهربائية مادام هناك حاسوب يعمل ومصباح يُضيء؛ ألا وهو [أندريه – ماري أمبير (Andre- Marie Ampere (1775–1836)] والذي ذُكر عنه تمكنه من جمع أرقام عديدة وعديدة جدا باستعمال الحصى الصغيرة وفتات البسكويت حتى قبل أن يعي الأرقام ويعرف أسماءها.

لم يكن هدفي، وأنا أبحث وأنقب وألخص أهم المراحل في حياة المبدعين الأمجاد الذين ضمهم كتابـي هذا، أن أضع السيرة الذاتية المفصلة لكل منهـم، ليقيني بأن ذلك الأمر سيفضي بي إلى ملء «آلاف» لا طائل منها من الصفحات، ولكن على العكس فإني حرصت على اقتناص لُباب الأحداث ونوادر النكات اللائي من شأنهن إضفاء المزيد من الإثارة والبهجة على النص المقروء فضـلا على إثارتهن لذهن الباحث الفطن ونقل عبق وشذى الحقبة الزمنية المحددة التي عاشها هذا العبقري أو ذاك، وبالأمانة الممكنة إليه. فعلى سبيل المثال، لقد قمت وعن سبق قصد بإفراد الفضاء اللازم لشرح معاناة [يوهانز كبلر (Johannes Kepler (1571–1630)] وكفاحه في دفاعه المستميت عن أمه التي واجهت خطر الاتهام بممارسة السحر الذي كان محرما آنذاك وكان المـوت حرقـا عيانا أمام الملأ هو العقـاب النازل فعلا فيها وفي كل مـن أُلصقت به تلك التهمة حتى ولو لم تثبت فعلا[1].

كمـا قمت بعرض مأسـاة الفيزيائـي والرياضـي الألماني اللامـع [رودولـف كلوزيس

(1) وأنّى لها أن تثبت فعلا سواء اليوم أم البارحة!!؟ (المترجم).

(Rudolf Glausius (1822-1888] التي أثرت فعلا على سيرة حياته العملية وعطلت عجلة إنجازاتــه العلميــة لسنين طويلة، كي نعــي ونفهم بأن علماءنا الأفذاذ ما هــم إلا بشر لهم من الشعور والعواطــف مــا يتأثر بموت زوجة وهــي على فراشها أو وهــي توشك أن تلد طفلهــا، أو أن تقصم ظهــره دعامة حديدية في طفولته ليعيش بعدهــا متألماً أشد الألم لبقية حياته، مثل الكيميائي البريطاني [وليم هنري (William Henry (c. 1774-1836)]، أو أن يعاني آلام الجراح التي أصيب بها خلال قيادته لعربة إسعاف خلال الحرب الفرنسية - البروسية كما هو حال (كلوزيس) آنف الذكر.

ولا أخالني أجانب الصواب إذا ذكرت بأن للعبقرية ثمنا قد يكون فادحا تدفعه عائلة العبقري مــرة ويدفعــه هو مــرات!! فكثير من زوجــات العباقرة كن قــد أترعن كؤوس المنــون فانسدل ستــار مسرح الحيــاة عنهن فدفعن ثمن مواكبتهــن لهذا الألمعي أو ذاك العبقــري حياتهن ذاتها، أمــا أزواجهن المفجوعين بهن فقــد زيد لهم كأس ضعف من المرار بنتيجــة فقدانهن مرة، ومن الوحدة والعيش بنكد لتربية أطفالهم وحيدين من بعدهن مرات. فعلى سبيل المثال توفيت زوجة الكيميائــي الفرنسي (ألكسس بيتي-Alexis Petit) سريعا بعد زواجهما فقد ظلت أسيرة في فراش المرض بعد ستة أشهر من ذلك الزواج. ثم ما لبث ان وافاها قدرها المحتوم سريعا في عام (1817)، أمــا هــو فلم يكن أحسن حالا منها فقد تشربه الكمــد وهده الحزن وانطفأت جذوة الحيــاة فيــه ولما يبلغ الثلاثين من عمره! أضف إلى هذه القائمــة المأساوية كل من زوجة (كاوس) و(أمبــير) والفيزيائــي الفرنســي الشهير [بيــير ويســ (Pierre Weiss (1865-1940] اللائــي تخطفتهــن أصابع المنون وهن مــا زلن في شرخ الشباب، أما (بربــارة) زوجة الفلكي الإيطالي (كبلر) فقد قتلها مرض التيفوس عام (1611)، وأما (زلس) زوجة الفيزيائي البريطاني [جميســ جــول (James Joule (1818-1889] فقد توفيــت في عام (1854) تاركة حضانة طفليهما إليه ليعانيها وحده! وأما ثالثتهما في ذلك (فكلارا) زوجة الفيزيائــي الألماني [كوستاف كرشهوف (Gustav Kirchhoff (1824-1887] والتي توفيت في عام (1869) تاركــة الزوج المفجوع ليعزي نفسه وحيــدا بتربية الأطفال الأربعة الذيــن تركتهم له بعدها، ومثلها فعلت (ماري) زوجــة الفيزيائي الألماني [ماكس بلانــك (Max Plank (1858-1947] والتي

يتمت لـه أربعـة أطفـال صغـار كذلك بعد أن توفيت في عام (1909).

لا يختلف اثنان حول أهمية الإيمان والوازع الديني في حياة البشر وفي تشكيل شخصياتهم ونظرتهم إلى الحياة وإلى الوجود وفلسفتهم حول مآل الكون فضلا عن بداياته، فلقد اكتنف الايمان بالله (تعالى) والشعور الديني الصادق العميق قلوب الكثيرين منهم فأنارها بنور التوحيد والتقرب إلى الخالق (جل في علاه)، كما أن آخرين منهم كان قد اختار الإلحاد وناقض نفسه بعـد أن أيقن بوجود الخلق وكفر بوجود الخالق (سبحانه). وأولئك قلة غالبا ما تلمس الكثير من التعقيد في شخصياتهـم والقهر واللامنطق في إخضاعهم للدين في طفولتهم الأمر الذي انقلب إلى الضد بعد أن شبوا وصلُب عودهم.

وإليـك من المؤمنين رجال مشاهير أسهموا بإبـداع القوانين من أمثال الفيلسوف الطبيعي والعـالم الكيميائي البارع الأيرلندي [روبرت بويـل(Robert Boyle (1626–1691]، والـذي كان قـد تشرب بتعاليم العهـد القديم ونذر نفسه لحبه، فالمتتبـع لسيرة حياته لا يمكن أن يغفـل ملاحظة هذه الشذرة أو تلك أو هذه البارقة أو تلك... واللائي يجمع بينهن عامل مشترك واحد هو الرغبة الصادقة والدفقة العارمة لمحاولة فهم (ذات الإله عز وجل) وتمجيده مـن خلال فهم الطبيعة التـي أوجدها، أو عن طريق وضع واكتشـاف ودراسة القوانين التي تفسر تصرفها. لقد أوصى **(بويل)** لما بعد مماته وشدد على وضع كافة ثروته وريع أملاكه وقفا مخصصـا من أجل الدفاع عن الدين، وإعادة طبـع وتوزيع كافة محاضراته وكتاباته التي كانت تناهض الإلحاد وتحارب (بنفسٍ منطقي علمي) كل من لا يؤمن بوحدانية الله (تبارك وتعالى) وكل مـن لا دين لـه. أما العالم **(أمبير)** فقد آمن بقدراته على إثبات وجود الروح والتوصل إلى إثبـات وجود الخالق (جل وعـلا). وكثيراً ما نقل عن **(كاوس)** قوله، وكلما توصل إلى إيجاد نظريـة أو إثبات أخرى، بأن نصره في مسعـاه ونجاحه في إلهامه لم يكن ليتأتى من كثير معاناة ولا من فائض ألم من جراء البحث والتقصي، وإنما كان نفحة من الرحمة والايمان أودعت قلبه مصدرها الله عز وجل (ومن سواه؟!).

ولكنـي أعـود لأستـدرك القـول بأن ليـس كـل مـن وضع قانونـا أو أبدع نظريـة

لابـد وأن يكـــون مؤمنـــا موحـــدا، فهـذا الفيزيائـــي البريطـاني [وليـم هـنري بـراغ William Henry Bragg (1862–1942)] الـذي كان دائـم الاعـتراف بـأن أفزع مـا زرع الخوف والرهبة في قلبه طوال سني طفولتـه وحوّلها إلى جحيم أرضي حقيقي كان اطلاعه على قصص الدمار والعـذاب والخراب التي أسهب (التوراة) في سرد ظلماتها، ومع ذلـك كان قـد اقترب – في أواخر أيامه – من رياض الإيمـان حينما اعترف صراحة بأنه مهما أكدنـا على قوة العلـم وإمكانياته على تحقيق أحلام الإنسـان في الأرض أو في السماء فلابد لذلك الإنسان من دين وفكر ليزرع في ضميره تلك الأحلام أولا!!.

كان مـا سبق سردا مقتضبا لسير زمر العلماء المنقسمة بين الإيمان والإلحاد، ولكن بين دفتي هـذا الكتـاب أناس علماء عظام لا يكاد الباطل يجد لقلوبهم طريقا لا من بين أيديهم ولا من خلفهـم، أناس جُبلوا على الإيمان الصادق والتوحيـد العميق وتشرفوا بإعلان تدينهم وعزوا إنجازاتهـم العلمية لوازعهم الديني وإيمانهم الصادق لاغير.... وعلى رأس هذه الزمرة علماء أجـلاء من أمثـال (فـراداي – Faraday) و (وليم ثومسـن – William Thomson) و (اللـورد كالفـن – Lord Kelvin) و (جيمس كلارك مكسويـل – James Clerk Maxwell) و (جول – Joule).

لقـد كان تمجيـد الله (عز وجـل) وتسبيحه وتعظيمـه متزامنا مع كل إنجـاز علمي بشري حققوه، كيف لا وقد كانوا كاملي اليقين بأن ما اكتشفوه لم يكن إلا من صنعه في خلقه (تبارك وتعالى). لقد كتب (جول) في عام (1873) وضمن هذا السياق، عدداً من المحاضرات التي لم تعنه صحته المعتلة حينها على قراءتها على الملأ ولكنها ظلت خالدة في بطون الكتب اقتبس لك منها ما يلي:

((لابد للكون من موجد ولابد للعلم من مبتكر، فبعد حصولنا على العلم (والذي لا يمكن مقارنته بما لله – سـبحانه – منه)، لابد وأن نعترف بفضـل من وهبنا إيـاه وفق إرادته (عز وجل). فإذا تم لنا اكتسـاب العلم صـار لزاما علينـا استخدامه لمعرفة شيء من غايات الموجد (جـل وعلا) عن طريـق آلائه التي تحيط بكل ما حولنا كالروح والقـوة وحتى إرادة الخير

التي تنطق بها كل ما صنعته يداه (سبحانه).. وفي هذا السياق لا أرى غير تطابق الرأيين القائلين بأن الإقرار والتمشي مع الدلائل والبراهين المستقاة من القوانين الطبيعية من جهة، والإيمان بوجود... والإقرار بعظمة ذات الإله عز وجل (التي تظهر جلية ضمن التطبيق العملي – خلال الكون – لتلك القوانين من خلال استجابة مخلوقاته لها) من جهة ثانية)).

لقد استمسك الفلكي الشهير (كبلر) بذات الشعور كذلك ؛ وهو الإيمان بذات سامية وإله واحد جاهد طوال حياته ليتعرف على جانب منه وليكتشف جزءًا من عظمته (جل وعلا). حقق ذلك من خلال التعرف إلى... ومحاولة قراءة جانب من صفحة الكون الذي خلقه (سبحانه) والتعرف على آياته فيه، فلقد آمن بأنه إذا ما كان للإله (لغةٌ) فلابد أن تكون (حسابية) المعنى، (رياضية) المبنى! وبما أن الله عز وجل كان قد خلق الإنسان (على صورته) ونفخ فيه من روحه، فلا غرابة من أن يستطيع ذلك الإنسان (المؤمن بخلق الله وبأنه هو ذاته، أحد مخلوقاته) من أن يفهم الكون الذي خلقه الله له وخلقه هو فيه... فلقد جاء في مؤلف (كبلر) الموسوم (محادثاتي مع رسل غاليليو عبر الأفلاك) ما يلي:

((تمتاز الهندسة بكونها فريدة من نوعها كعلم؛ فهي علم سرمدي خالد!! تتملك الذهن وتنير العقل، ولأوضح ما أعني دعني أقول لك بأنها موجودة في كل ما يحيط بك من أشياء، بل هي عماد الكون والمفتاح الذي أُعطي لنا من قبل صانعه لنفهمه، ذلك لأن ذهننا البشري تمكن من اكتشافها وفهمها والتلذذ بها، ولعل في الهندسة الموجودة في الكون ومفتاحها الموجود في عقولنا الدليل القاطع بأننا نحن – بنو البشر – قد خلقنا على صورة الإله – عز وجل – فنحن نفهم لغته التي خلق بها ما خلق من أكوان وعجائب. لقد كان في نيتي أن أكون راهباً معتكفاً دارساً للأديان ولكنني عدلت عن ذلك، لأنني الآن أستطيع أن أرى الله (سبحانه) من خلال إيجاده لمخلوقاته وإيجاده للكون ذاته، فأنا أعرف كيف أكتشف ما صنع وهذا ما جعلني أنساق وأُعجب أيما إعجاب بعلم الفلك، ففي السماء يمكث مجد الإله وبديع صنعه!)).

يؤمن الكثير من علماء العصر الحديث أو على الأقل لا يستبعدون فرضية وجود الخالق وراء

وجود القوانين التي أوجدها في الكون وإخضاعه للتصرف بموجبها. فها هو عبقري الفيزياء الفلكية البريطاني (ستيفن هاوكنج – Stephen Hawking) يقر بثبات وفعالية القوانين الفيزيائية الكونية منذ اللحظة الأولى لتكوينه، وفي هذه الحالة لابد من وجود إرادة عظمى وقوى كونية مسيطرة، أي لابد وأن يكون الله (عز وجل) قد اختار الظروف الأولية واللحظة المناسبة لإيجاد الكون. ليس ذلك فحسب بل ليس لنا وحتى بالمنطق العلمي المجرد إلا أن نقر بأن قوةً هائلةً، عظيمة قادرة جبارة هي التي أوجدت مثل هذا الكون الذي نعيش فيه بكل تفاصيله وبعظيم أبعاده وتنوع موجوداته، ولابد أن تكون هي وحدها القادرة على اختيار مجموعة القوانين التي تحكمه.

لقد جاء في كتاب ستيفن هاوكنج الشهير (الثقوب السوداء والأكوان الفتية) ما يلي:

((إن باختيار المولى عز وجل – أو قوى الطبيعة كما يحلو للطبيعيين أن يسموها – لمجموعة القوانين التي تحكم هذا الكون الذي نعيش به نتيجة منطقية؛ انه إذا ما فرضنا وجود اكوان أخرى، فإننا لا نستطيع رياضيا نفي وجود مجاميع مغايرة منها فيها. ومع ذلك فلابد من وجود بعض القواسم المشتركة، بمعنى وجود عدد قليل على الأقل من القوانين والتي بإمكانها أن توجد مخلوقات عاقلة أمثالنا. وحتى لو كان هناك مجموعة واحدة من هذه القوانين الفريدة القادرة على إنشاء موهبة الذكاء وملكة التفكير فلن تكون أكثر من مجرد معادلات بسيطة. إلى الآن لا يوجد أي اختلاف في التفكير ولا خطأ منطقي في الحساب ولكن المشكلة تكمن في السؤال المحيِّر التالي: ما هو ذلك الشيء الأزلي الخارق الذي يستطيع أن ينفخ الحياة في تلك المعادلات ويخلق لها كونا تتجسد قوتها فيه؟ وهل ستكون لنظرية المجال الموحد (Ultimate Unified Theory) التي نسعى نحن جميعا للملمة أطرافها وحل أحاجيها تلك القوة المبدعة والقابلية المقنعة التي تمكنها من وضع لمسة الكمال الأخيرة عليها بنفسها؟)).

لقد عبر الفيزيائي والفلكي الإيطالي الشهير [غاليليو غاليلي (Galileo Galilei (1564–1642)] في عام (1623) عن آراء معظم الفطاحل الأجلاء والعباقرة العلماء المذكورين في هذا الكتاب حينما صرح بأن الكون على عظمته وتعقيده يمكن

فهمه ببساطة عن طريق الرياضيات فكتب يقول: (**لقد كُتب سفر الكون بحروف رياضية**). ومن آراء نيوتن (Newton) حول نشأة الكون والكواكب السابحة فيه: (**إنه آمن بأن المولى عز وجل كان قد خلق الكواكب ورمى بها إلى مداراتها، ولكن حتى بعد أن أمرها بالانصياع إلى قانون الجاذبية كان عليها أن تتخذ بنفسها بعض التدابير وتقوم ببعض التعديلات على مساراتها حتى تنتظم نهائيا في مداراتها تلك**).

لقد كتب المحرر العلمي لمجلة نيويورك تايمز (New York Times) الكاتب (أدورد روثستين – Edward Rothestein) قائلا: إذا ما جمعنا العوامل التالية والمكونة من: الحدس العلمي العام (وحتى المفهوم غير العلمي) بأن في الكون نظام لا يمكن تجاهله، وأن للعقل وللإنسانية قابلية لا شك فيها على إدراك النظام (كالاكتشاف، والتمتع بالرياضيات، والهندسة وتطبيقها على أوجه الحياة ومظاهر الكون المتعددة)، وأن هذا النظام وأن هذا الكون لا يمثل كيانا طيعاً مرناً إلى ما لا نهاية (بمعنى لا يمكن أن تحدث به بعض الأحداث الشاذة بصورة متكررة ولا بين الحين والحين).. أفلا تعتقد وتتصور بأن في جمعنا لهذه العوامل سنتوصل حتما إلى مبادئ الإيمان؟

لعل أكثر ما شد انتباهي وأثارني وأيقض حواسي كمؤلف وليس كقارئ لهذا الكتاب هو الجانب المتعلق بالاكتشافات (الكهربائية) لأناس غاية في التدين وقوة الإيمان.

خذ مثلا عصرنا الحاضر بكل إنجازاته وتقنياته التي أصبحت في الآونة الأخيرة حقا (لا يتصورها الخيال). إن عصرنا هذا يستحق وبحق أن يحمل اسم (عصر المعلومات)، ولا يشك أحد في ذلك نظرا للشأن السامي الذي ارتفعت إليه الحواسيب والدوائر المدمجة وطرق نحت الترانزستورات والوصلات الإلكترونية على مستوى الذرات إن لم نقل على مستوى الجزيئات، وبلوغ البرامجيات حدا من التطور يفوق الخيال، كما لا حاجة لي بتذكيرك بعمود الإنجاز الحواسيبي العصبي وأهميته وأعني به (الشبكة العنكبوتية العالمية – www.) وكيف قلبت عالمنا اليوم رأسا على عقب، ولكن أود التركيز وجلب انتباه الجميع إلى أن كل ذلك لم يكن ليحدث لولا اكتشاف واستخدام الكهرباء فمن هم أولئك العظام الذين قامت (الكهربائية) على أكتافهم؟

إنهـم الأفـذاذ من أمثـال أمبـير (Ampere) وشـارل أوكستين دو كولـوم (Charles Augustine de Coulomb) والكونـت ألسانـدرو فولتا (Count Alessandro Volta) وهانسـ كرستيـان أورستـد (Hans Christion Qrsted) وفـراداي (Faraday) ماكسويـل (Maxwell). لقـد كان الجـل الأعظم من هـؤلاء العلماء (ذوي الأفـكار الكهربائية النيرة!) والذين عاشوا خلال القرنـين الثامن والتاسع عشر أناسا متدينين بأسمى مراتب التدين، وقد أوصلتنا عقولهم وأفكارهم (الكهربائية) المتوهجة إلى التمكن من بنـاء بواكير الديناموات ومن ثم المولدات الحديثة (المائية والحرارية والانشطارية) والتي تزود مدننا العظيمة اليوم بالطاقة.

مناقضة المسيحية للعلم ومناهضتها له

لقــد كتب (ميشيل كيولــن – Michael Guillen) في مؤلفه الممتع (المعادلات الخمس التــي غيرت وجه العالم) ما يلي حــول التناقضات الجمة بين المسيحية والعلــم والتي كثيراً ما كانت تصل إلى ذُرى مأساوية لم تكن في صالح أي منهما:

((لقد كان موضــوع الأقانيم الثلاثة في المسيحية (الآب والابن والروح القدس) لاتباعها ولا يزال مصدرا محيراً ومنبعاً للريبــة والنقاش ســواء للمتدينين منهم أو لغيرهـم من أنصار أو من دارسي هذا الدين[1]، كما كان موضوع الجمع بين أو تفسير العلاقة بين الكهربائية والمغناطيسية وقوى الجذب مصدر حيرة الفلاسفة والعلماء الدائم، فقد كان الجدل محتدما حول حقيقة الخصوصية البنوية التي تتمتع بها كل قوة مما جعل الفلاسفة يطرقون ويفكرون ويواصــلون نبش لحاهم بأيديهم متســائلين، هل علينا أن نقر فعلا باستقلالية وخصوصية كل قوة لوحدها أو أعساها كلها حقيقة واحدة بثلاث صور كما تقول المسيحية؟!!)).

فــي خــلال مرورك بصفحــات هــذا الكتاب ستلتقــي... وبلا شــك وعنــد موضوع **(الكهربائيــة والمغناطيســية)** بالعــالم الفرنســي الفــذ [شــارل أوكستين دو كولمــوم Charles Augustin de Coulomb] الذي اكتشف بأن القوى المغناطيسية الجاذبة أو النافرة ما بــين رأسي قطبين مغناطيسيين معلقــين في الهواء لابد وأن تتضــاءل متناسبة مع مربع المسافة الفاصلــة بينهمــا، كما اكتشف بأن كافــة الأجسام المشحونة المعلقة بخيــوط في الهواء لابد أيضــا أن تخضع لقانون (التربيع العكسي) تماما كما تخضــع لــه أجرام (نيوتن) الدائرة حول الشمس في أفلاكها.

---

(1) أصل الإيمان الذي بنيت عليه الأديان السماوية الثلاث وما آمن به الرسل منذ آدم (عليه السلام) مرورا بأبي الأنبياء إبراهيم عليه السلام وحتى خاتمهم محمد (صلى الله عليه وسلم) هو التوحيد – المترجم.

وستمر أيضا بعالم جليل آخر اسمه (فارادای - Faraday) والذي استطاع أن يثبت عمليا قابلية إنتاج المغانيط المتحركة للكهربائية وبناء على ذلك واستنادا للأفكار الموحاة إليه من الأعمال التي قام بها العالم الكهربائي التجريبي الإيطالي الشهير [لوجي كلفاني (Luigi Galvani (1737-1798] فقد توصل، وهو عالم اللاهوت المسيحي المتدين إلى القول والتشديد على أن لكل شيء حي روح ولابد وأن تكون روح الكون الذي نعيش فيه هي هذه (الكهربائية) التي اكتشفناها وأسهبنا في دراستها.

مناقضة المجتمعات للعلم ومناهضتها لرواده

لقد عانى الكثير من علماء هذا الكتاب من الكثير من التهكم والظلم والمجافاة للنيل من أفكارهم التجديدية إلى درجة مقاومتها ومناهضتها بل ومقارعتها من قبل زملائهم ونظرائهم ومجافاة مجتمعاتهم لهم لدفاعهم عنها الأمر الذي جرح كبرياءهم بالصميم وآذى أشخاصهم وأكلم شخصياتهم في العمق!! فهذا العالم (أوم – Ohm) وقد رُفضت أفكاره وجرحت مشاعره إلى الدرجة التي دفعته إلى الاستقالة من منصبه الكهنوتي في الكلية اليسوعية في كولون (Cologne) حيث كان يشغل منصب كبير أساتذة الرياضيات ومدرسيها. وبعد أن كان أعلى أعلام الرياضيات في عصره وشخصية مرموقة في مجتمعه، وجد نفسه وقد لفته الفاقة منبوذا وقد طرد من عمله حتى أدار الزمن له ظهره لما تبقى له من عمره. ولعل في مذكرة التوبيخ التي نشرت بحق كتابهِ في الفيزياء ما يعكس مقدار الظلم الذي صبه مجتمعه وأصحابه عليه، حيث جاء فيها: « يقر مجلس العلماء المنعقد لتقييم جهود السيد (أوم – Ohm) من خلال تقييم كتابه في الفيزياء بأن هدف هذا الكتاب وخالص الجهد المنصب فيه لم يكن له إلا هدفا واحداً صريحاً وواضحاً ألا وهو سلب الوقار والاحترام من الطبيعة والإقلال من منزلتها، بل وإهانتها!!» أما وزير التعليم الألماني فقد نعت أوم بأنه (الأستاذ الذي قدم وحاضر بمواد مليئة بالبدع والخرافات والهرطقة التي لا ترتقي إلى مستوى المواد الصالحة للتدريس).

ولم يكن حظ (نيوتن) بأحسن من حظ معاصريه فلقد قام زميله ونظيره الفيزيائي البريطاني [روبرت هوك (Robert Hooke (1635-1703] بكيل التهم إليه وصب التحديات عليه إلى الحد الذي قرر (نيوتن) معه تأجيل طباعة وإصدار واحد من أهم أعماله في البصريات (Opticks) وحتى وفاة زميله الأخير هذا. وقد كاد النقاش العقيم والاتهامات الحادة التي كالها (الآباء اليسوعيون – Jesuits) الإنكليز إلى نيوتن أن تقوده إلى الجنون حيث لم يكن في وسعهم إدراك ما ذهب إليه هذا العبقري بخصوص موضوعاته ونظرياته حول الضوء والألوان،

ولقد استمرت هذه المحادثات واحتدم النقاش والتجريح ليس بمستوى وصحة العلم الذي جاء بــه فحسب بل وبشخصيته وبشرفه وبإيمانه إلى الدرجة التي دفعته إلى مشارف الانهيار العصبي التام. هذا ولقد أعمى الحقد والحسد (همفري ديفي (1778-1829) Humphry Davy) زميل وأستاذ العالم (فراداي – Faraday) بعد أن حقق هذا الأخير الكثير من الشهرة والنجاح والتفوق العلمي فصار الأول يكيل الاحتقار للثاني ويوصمه علنا بالخزي حتى انهار وأصيب ووقع، كما وقــع (نيوتن) في أحضان الانهيار العصبي فــكاد أن يُجن!! واستمر في مناهضته وتدبير المكائد لــه وبذل الجهود المضنية من أجل أن يمنــع ترشيحه وانتخابه لمنصب الجمعية الملكية للعلوم حتى نجح في مسعاه!!

اشتهر الفيزيائي النمســاوي العريــق [لودوك بولتزمن (1844-1906) Ludwig Boltzmann] بأعمالــه الخالــدة حــول (الميكانيــكا الحراريــة – Thermodynamics) والحــرارة و(الأنثالبية – Antropy)، أي زيادة كمية الفوضى في أي نظام حراري أو كيميائي أو طبيعي، كما اشتهر باستخدام مفهــوم الذرّة كأصغر وحــدة للكيان المادي لتفسير إمكانية اعتبار الحــرارة كصفة وكدالة إحصائية تستنبط منها الصفة الحركية لمجاميع الذرات المكونة لها، ومع كل إنجازاته ومركزه الاجتماعي المرموق تراه لم يكن في منأى عن المضايقة والمشاغبة والحسد بل وحتى من حياكة الدسائس وتدبير المكائد له من قبل معاونيه وزملائه في العمــل والبحث (العلمي!!) للدرجــة التي دفعت كلا من (أرنست ماخ (1838-1916) Ernst Mach) و (فلهلم أوستوالد (1853-1932) Wilhelm Ostwold) إلى التشكيك بقدراتــه على حيازة منصبه وبقابلياتــه العلمية إلى الدرجة التي أزّمت حالتــه النفسية، حيث كان عالما مصابا (بالكآبة) إلى الدرجة التي لم يطق الحياة معها فقتل نفسه في عام (1906). ولقد ظهر من التحليل النفسي الرجعي لشخصية (بولتزمن) بأنه كان مصابا بالانفصام والشخصية المزدوجة التي كانت تتأزم خلال تدهور حالاته النفسية والعاطفية والتي كانت تتزامن مع استمرار حدة مناقشاته مع زملائه الذين تعمــدوا إيــذاءه والنيل منه كيداً من دون وجه حق، وكل ما نعرفــه بخصوص تلك الحادثة الأليمة على وجــه اليقــين هو أنه انتحر بشنق نفسه إلى شجرة خلال عطلة قصيرة وفي أثناء نزهة عائلية له مع زوجته وابنتــه. ولا نستغرب نبذ المجتمعات لعلمائها والكآبة التي اكتسبهــا العلماء من قِراعِ مجتمعاتهم لهم،

فلقـد أُصيب بها (بتي – Petit) و(نيوتن – Newton) وقـد أوصلت (كاوس – Gauss) إلى حد الجنون!!

ولعـل في نبـذ المجتمعات والأصدقاء والحسـاد للعلماء والمبدعين عادةً، بـل عُرفا تواترت عليه الأجيال فهناك الكثير والكثير من المبدعين والفطاحل والعباقرة واللوامع الذين لم يتح لي ضيق المجال ضمهـم إلى أحضـان هذا الكتاب والذين كان عليهم دفع ثمن باهـظ من المعاناة والصبر والمجالدة ضـد مناهضيهم وحسادهـم وحتى ضد من سعى إلى تدميرهم واقصائهـم وإليك الأمثلـة لذلك: جوبهـت الاكتشافات الثوريـة للمضادات الحيوية التي قام بهـا البيولوجي السكوتلاندي الشهير [السـر ألكسندر فلمنك (Alexander Fleming (1881–1955)] بالكثير من اللامبالاة من قبـل زملائـه وأصدقائه، كما قـاوم بشدة وبمكر الكثير مـن الجراحين والأطباء الجـراح الإنكليزي [جوزيـف ليسـتر (Joseph Lister(1827–1912)] وأفكاره وتطبيقاته حول ضرورة مزاولة الجراحـة تحت الظروف المعقمة منعا لحـدوث الالتهابات والأخمجة، كمـا رُفضت وبشدة أفكار وأعمال المخترع الأمريكي اللامع [جستر كارلسـون (Chester Carlson (1906–1968)] مختـرع آلـة الاستنساخ الشهـيرة (الزيروكسـ –Xerox) من قبـل أكثر من عشرين شركـة قبل أن يتمكـن من بيع اختراعه والاستفادة المادية منه، وأخيرا فقد عانت نظرية العالم الألماني [ألفريد ويكنر (Alfred Wegner (1880–1930)] الخاصة بتزحزح القارات وانجرافها الكثير من الاستخفاف والإهمال من قبل معاصريه من علماء الأرض والجيولوجيا، فلم يعرها أحد منهم اهتمامه.

ولم تقتصـر معاناة مبدعي القوانين على المجتمع والزملاء والحساد، فلقد كان على بعضهم صـد الطعنات التي كانت توجه إلى ظهورهم من الخلـف من قبل أحب أحبائهم، كأمهاتهم وآبائهـم وإخوانهـم، فخـذ على سبيـل المثـال والدة العبقري (كولوم – Coulomb) التي أرادت مـن ولدهـا أن يمتهن مهنة الطـب وأصرت على ذلك ولكن ولدهـا أصر بدوره على دراسة المواضيع الكمية التي أحبها كالهندسة والرياضيات؛ من هنا دب الخلاف داخل العائلة بين الأم والابن ذوي الميول المتضاربة واحتدم الشجار بينهما وحمى وطيسه الأمر الذي دفع الأم للتخلـي عن ولدها والتـبرؤ منه رسميا فلم يعد ابنها قانونا علـى الأقل، ولك أن تتصور

مدى الأذى النفسي والشرخ العصبي الذي يمكن أن ينتج عن مثل هذه الأفعال.

هـذا ولقـد تصادم كـل من الفيزيائـي والرياضـي الإيطالي الشهـير [دانييل برنولي (Daniel Bernoulli (1700–1782)] والرياضـي اللامع (بيو – Biot) مع والديهما وثـارا عليهمـا لاصرار الآباء على انخـراط الأبناء في سلك الأعمال والتجـارة. وقد حبا الله الكيميائـي السكوتلانـدي [تومـاس كراهـام (Thomas Graham (1805–1849)] أبـا متزمتـا قاسيـا أصر علـى انخراط ابنـه في سلـك اللاهوت ليصبـح أسقفـا في الكنيسة السكوتلانديـة وعمـل ما بوسعه لثنيه عـن الشروع والاستمرار فيما يعشقـه قلبه وتتوق إليه نفسـه من حب لعلوم الكيمياء. ولعل نجم سعـد (كراهام) تمثل بوالدته وأخته اللتين وقفتا إلى جانبه وشجعتاه بكل ما أوتيتا من قوة وإصرار فكان ذلك طوق نجاته من الانهيارات العصبية والسبب في مضيه لتحقيق أحلامه وإنجازاته العلمية في ميدان شغفه الذي ولع به فأبدع.

لقـد عانـى غالبيـة مبدعي القوانين في هذا الكتـاب من نوع أو آخر مـن أنواع العوق الجسـدي و/ أو النفسي ؛ فهـذا الكيميائـي والفيزيائـي وعالم الأنـواء الجوية الإنكليزي [جـون دالـتن (John Dalton 1766–1844] الـذي عانى من عمـى الألوان، وذاك الرياضي الفرنسي [جوزيف فوريـه (Joseph Fourier (1768–1830)] الذي عانى مـن عوق من نوع خاص جعله دائم المعاناة من الشعـور بالبرودة فكان نادرا ما يود الخروج خـارج الدار بـدون اعتماره لمعطف ثقيل وكان غالبا ما يصطحـب خادمه معه حاملا لآخر كاحتيـاط، حتى في أعز أيام قيض الصيف. وكان (كرشهـوف Kirchhoff) بحاجة إلى عُكازيـن لا يقـوى على المشـي بدونهما، كما كان (هـوك – Hooke) شديـد المعاناة من طفولـة مريضـة بائسة رافقه الصـداع المدمر فيها ولم يكن يتوقع له أن يصـل حتى إلى أعتاب الصبا! وهذا (كبلر – Kepler) الذي قدر له أن يصاب بالكساح منذ طفولته، ذلك المرض الـذي تقوست معـه ساقيه إلى الخـارج وأصيب بالكثير مـن الدمامل في وجهـه كما عانى مـن ضعف شديد في البصـر في كلتا عينيـه، وذاك الكيميائي البريطاني الشهـير [وليم هنري (William Henry (1775–1836)] الـذي أصيب في طفولته بحادث عانى معه من آلام

مبرحة طوال حياته والتي دفعته قسرا إلى إنهاء حياته بيديه فانتحر!! ومن جانب آخر فقد أثرت أعمال وأبحاث بعض عظمائنا عليهم مباشرة فعانوا من جرائها صحيا، فخذ على سبيل المثال الكيميائي الفرنسي الشهير [بيير دولون (Pierre Dulong (1785–1838] والذي بتر انفجار إحدى تجاربه أصابع يديه وأطاح بإحدى عينيه فعاش كريم العين بدون أصابع لما تبقى له من حياته!!.

لقد لعبت الإعاقة الجسمانية ونكاد نقول الشعور بالنقص العضوي دورا محوريا في تبلور شخصيات هذا الكتاب وتمكنها من كتابة أسمائها في سجل الخالدين فقد قيل (كل ذي عاهة جبار)، ولعل هذا ما أكسب أولئك الأفراد الشعور الحقيقي بضرورة التميز وشحن إمكانياتهم وقابلياتهم لتحقيق رغباتهم في التعويض عما لحق بهم وعانوا منه فكان في ذلك الدافع المحرك الأساسي لهم لوضع بصماتهم على وجه العالم ولبلوغ الخلود المعنوي بما حققوه من إنجازات مبدعة شهدت لهم الدنيا والتاريخ بها.

ولعل حب التعويض عما لحق بالكثير من العباقرة من التشوه الجسدي والعوق الفيزيائي وحتى شعورهم بالانطواء والتغرب عن العالم المحيط بهم هو ما حفزهم لإذكاء روح الإبداع لديهم ودفعهم إلى الاجتهاد بوتائر لم تعرف لغيرهم سبيلا، فلقد وجدت شخصيا على سبيل المثال وخلال بحثي وتقصياتي لتحقيق كتابي المعنون (العقول الغريبة والعبقرية) بأن شعور القهر النفسي وحتى الهشاشة الجسمانية والخوف من المرض أو الموت المبكر هو ما دفع الكثير من العباقرة المبدعين إلى تحدي الذات ومقارعة المستحيل وكانت هي العوامل التي أذكت لديهم حب الإبداع والوقوع تحت ضغطه ومرارته[1].

أما بخصوص الخالق (عز وجل) ووجود الحياة وانتشارها في الفضاء والكون فلنا ان نعجب حقا من الأعداد الكبيرة من العمالقة الذين جاء ذكرهم في هذا السِفر والذين آمنوا

(1) لي أن أضيف هنا بأن لا أحد ينكر الجانب السلبي المتمثل في الخوف من الموت والإحباط والإقصاء المرضي وأهميته في إذكاء الجانب المبدع لدى الإنسان (إن كان ضمن الحدود المحتملة) ولكن لي أن أشدد على أهمية الجانب الإيجابي أيضا المتمثل بقوة الإيمان وزرع حب العلم والتعلم وتشجيع الإبداع لدى النشء كذلك – المترجم.

حتى النخاع بإمكانية بل وبضرورة وجود الحياة خارج سطح الأرض، فلقد دفعهم إدراكهم العلمي وإيمانهم الديني إلى الاعتراف بضرورة انتشار أشكال الحياة (حتى لو لم تكن مشابهة لنمطها على الأرض) خلال الكون.

خذ العالم [(يوهان لامبير - (Johann Lambert (1728-1777)] مثالا على الإصرار على عظمة الخالق وإمكانية التصرف في خلقه ؛ فلقد آمن بضرورة وجود الحياة (أي نوع من الحياة) على كافة الكواكب والأقمار والمذنبات التي تملأ الكون، ففي كتابه الموسوم (الملخص في علم الفلك - Cosmologische Briefe) أكد لامبير على القدرة اللامتناهية للخالق (عز وجل) والذي لا يُعقل أن يترك حبة رمل ولا أصغر من ذلك ولا أكبر دون أن يشحنها بالمناسب من القوى والفعالية (بصورة أو بأخرى) وبالطريقة التي تجعلها جميعا وعلى اختلاف تنوعها خاضعة لقوانينها الخاصة بها و/أو لقوانين عامة كونية لابد لنا أن ندركها كحضارة عاقلة سواء عاجلا أم آجلا. ومثل ذلك آمن الفلكي الشهير [يوهان بود - (Johann Bode (1747-1826)] بأن كل ما يستحق الوجود في الكون مثل الشمس والنجوم والكواكب والأقمار والمذنبات - لابد وأن تقطنها حضارات عاقلة، فقد أوضح (بود) وأصر على المناداة بأن قدرة الخالق على جعل أجرامه مأهولة بالسكان (وبأي نوع أو بأي صنف كان - وليس بالضرورة كما هو عليه حالنا على الأرض) لهو الهدف الأعظم من الخلق، هذا وأن وجود الحياة خارج كرتنا الأرضية وكونها على قابلية وجاهزية واستعداد تام لإدراك خالقها وتفهم وتعظيم جلاله والتسبيح بحمده وإدراك الغاية التي وضعها لوجودهم عليها لهو الغرض الأساسي من الخلق والسبب المباشر للوجود، هذا وقد ساق الفيزيائي [ديفيد بروستر - (David Brewster (1781-1888)] في كتابه الموسوم: (هناك أكثر من عالم واحد) عدداً من الأسباب المستوحاة من التوراة والتي استند عليها لتفسير وجوب وجود نظام شمسي مماثل لنظامنا وكواكب تدور حوله كما تدور الكواكب في نظامنا... كما وساق الأمثلة لوجوب وجود الحياة على كل شمس وكوكب وقمر منها!!

أمــا الفلكي العريق (كبلر – Kepler) فقد كتب قصة مــن قصص الخيال العلمي أسماها (النــوم أو الحلــم – Sominium) والتي يخيل لنا فيها قمر الأرض مسكونا بكائنات تشبه الأفاعي العظيمة من ذوات الجلود الاسفنجية هائلة الثقوب؟!!

وبعد تصنيف مكتشفينا العظام في هذا الكتاب وفق معتقدهم الديني وعمق إيمانهم ووفق ميولهم النفسية وتعقيداتهم السيكولوجية ووفق اتفاقهم مع عوائلهم أو اختلافهم معها، فإن الأوان لتصنيفهــم ووفق طبيعة خلقتهــم ونشوئهم قد آن!، فليس من الصعب بعد مراجعتك للكتاب أن تستنتج بأن جينات العديد والعديد من مكتشفي (قوانين الحقيقة) في هذا الكتاب لابد وأن تكون (جينات فيزيائية!!).

نعــم ذوو – **جينـــات فيزيائيـــة** – تناسلــت بــل وتمازجـــت مـــع عوائلهــم وهبطــت معهـــم أبا عن جد، خــذ على سبيل المثــال العائلة (بــراك – The Braggs) فمنها الأب [وليم هنري براك (1862–1942) William Henry Bragg] والابن [وليم لورنس براك (1890–1971) William Lawrence Bragg] واللــذان مُنحا جائزة نوبل للفيزياء في عام (1915) مناصفــة لأعمالهما الخالدة ودراساتهما المستنيرة في حقل الكيان البلوري للمواد فاتحين سفر ذلك العلم وواضعين أسسه ومطلقين ألغازه وفضائله للعالم.

ثــم خــذ العائلة الألمانية (الكولروشــ – The Kohlrausches) التـــي أنجبت الفيزيائي الشهير [فردريـــخ فلهلـم كولــروش (1840–1910) Friedrich Wilhelm Kohirausch] والذي تعــاون مع أخيــه الفيزيائي [فلهلم فردريـخ كولروشـWilhelm Friedrich Kohirausch] في ميـــدان الكيمياء الكهربائيـــة إضافة إلى والديهمـــا الفيزيائـــي الشهــــير [رودولف كولروش (1809–1858) Rudolph Kohlrausch] والــذي أمضــى سني عمــره في إجراء التجارب في مختلــف ميادين العلــوم المصاحبة. وكمثــال ساطع آخر على مــرور (**جينات الفيزيــاء**) وانسيابها مــع الدم العائلي من جيل إلى الجيــل التالي، لدنيا العائلة السويسريــة الاستثنائية (البرنوليون – The Bernoullies) التــي أنجبت ثمانية مــن فطاحل الرياضيين خلال ثلاثة أجيال فقط، أسهم كلهم خــلال القرنين السابع والثامــن عشر بمد العالم بأعظم اكتشافاته التــي ساعدت على تقدمه وتطويره

لحقول علمية كثيرة كالهيدروديناميكا وحساب التفاضل والهندسة التحليلية ونظرية الاحتمالات والهندسة والميكانيك وعلم حركة القذائف وإطلاق الصواريخ والديناميكا الحرارية وعلوم البصريات والمغناطيسية والكهربائية وعلم الفلك، وقدموا كما لم تقدم للعلم والعالم عائلة أخرى مثلها عبر التاريخ!

وكمثال آخر لعائلة لامعة أخرى دعنا نذكر الأب العبقري الفيزيائي الألماني [كوستاف وايدمن (1899-1826) Gustav Wiedemann] والذي امتاز بذكائه الاستثنائي ونسبه الأصيل والذي اشتهر بقانون (وايدمن - فرانز) إضافة إلى إشغاله لمنصب الأستاذية في الكيمياء الفيزيائية في جامعة ليبزك (Leipzig). كان هذا الأب قد انجب اثنين من العباقرة كما كانت أمهما وهي زوجته (كلارا -Clara) مترجمة علمية لامعة أسهمت في ترجمة كتاب الفيلسوف الطبيعي الأيرلندي [جون تندال (1893-1820) John Tyndall] والموسوم (الحرارة كأحد نماذج الحركة) إلى الألمانية. أما الابنان فقد نبغ الأكبر (إلهارد - Eilhard) بالفيزياء فأصبح فيزيائيا مرموقا ومؤرخا للعلوم وله شرف أول من استعمل مصطلح (اللمعان - Luminescence] في علم الإنارة، كما نبغ الابن الأصغر (ألفريد - Alfred) في علم المصريات القديمة (Egyptologist) حتى صار حجةً عالمية فيها.

وإذا واضبنا على تتبع النسخ العبقري الصاعد خلال العوائل فلابد أن نعرج على ذكر عائلتين مهمتين تميزتا بالإبداع وأفادتا العلم والبشرية أيما فائدة وهما عائلة الفيزيائي الألماني الشهير [أدولف فك (1901-1829) Adolf Fick] الذي اشتهر اسمه باقرانه بقوانين الانتشار. لقد كان لهذا النابغة أخوان. برع الأول كأستاذ في علم التشريح الآدمي (Human Anatomy) وبرع الآخر كأستاذ في علوم القانون، أما العائلة الثانية التي لا يجب أن يغفل ذكرها أي كتاب لتاريخ أو لتصانيف العلوم فهي عائلة الفيزيائي الفرنسي (بيير - Pierre) وزوجته الملهمة البولندية الأصل (ماري - Marie) والتي حملت اسم عائلة زوجها (كيوري - Curie) اللذان حصلا على جائزة نوبل للفيزياء في عام (1903) لبحوثهما المشتركة المتعلقة بالاشعاعات، أما (ماري) فقد استطاعت الحصول

علـى جائزة نوبل مرة ثانية في الكيمياء وذلك في عام (1911) لاكتشافها عنصري (الراديوم – Radium) و(البولونيـومPolonium) الجديديـن علـى الجـدول الـدوري وبذلـك أصبحـت هذه الفتاة البولندية أول من حصل على، أو شارك فـي الحصـول علـى جائزتي نوبـل فـي العالم. وأما زوجها (بيير) فلم يفُق كمال جـذوة عبقريته إلا غرابة مأساة موته، كما سيأتي تفصيله لاحقاً. وعند تتبع نزغ العبقريـة فـي هـذه العائلـة نرى أن ابنـة ماري وبييـر الكبـرى واسمهـا [إيرين (1956-1897)Irène] قد تزوجت الفيزيائي الفرنسي الشهير [جـين فردريـك جوليـو (1958-1900) Jean Frederic Joliot] واستطاع الزوجان الحصول على جائزة نوبل للكيمياء لعام (1935) !!.

والآن وإذا جـاز لنـا أن نتكلـم عـن (الحظ) وتأثـيره في مسار العلـم والعلمـاء والاكتشافات والمكتشفـين فلاشـك بأننا سنمر على أمثلة رائعة محيرة والتي كاد العلـم والعالم أن يسيرا في طريق آخـر أو أن ينحيا منحى مغايرا لولا قدرة الله (عـز وجل) والتي يسميها غالبية الكتاب والمحدثين (بالحـظ)!، فخذ علـى سبيل المثال الحادث المـروع الذي تعرض له في عـام (1812) الكيميائي الإنكليزي الشهير [همفري ديفي (1829-1778) Hamphry Davy] ذلك الحادث الذي أصـاب عينيه وأسلمهما إلى يد العمى المؤقت إثر الانفجار الكيميـاوي الهائل الذي تعرض إليه، الأمر الذي حدا بأن يأتي بـ (فراداي – Faraday) ليعمل مساعدا له مما وضعه على أعتاب اول مفـترق طرق جعله يقـرر مهنته التي سيزاولها لما تبقـى لـه مـن حياته. أضف إلـى تلك الحادثـة مصادفـة وقـوع المقالـة المطولة عن الكهربائية بين يدي هذا الأخير والتـي صـادف أن كانـت عنوانـا لمدخـل الموضوع المنشور في الموسوعة البريطانية (Encyclopaedia Britannica) ذائعـة الصيـت عنه، وقد قرأه بشغـف وتمعن وأعجب، بل وتشرّب به حتـى اتخذ هذا الموضوع خطة لحياته وميدانا لإبداعاته.

لقد لعبت صدفة عثور فراداي على تلك المقالة ذات الـ (127) صفحة دورا مهماً في إذكاء ميوله الذاتية لحب موضوع الكهربائية، هذا إذا علمنا أنه كان قد حصل عليها بطريق الصدفة المحضة أثناء (تجليده) إياها لصالح أحد العملاء.

وإليك في ختام هذا التعريف الموجز عن مكتشفي القوانين وواضعيها نبذة عن شخصياتهم وظروف حياتهم، وحتى ما كانت قد لعبته الأقدار والصدفة في حياة واضع هذا القانون أو ذلك؛ لقد أصر الكاتب (شيرون ب نولاند -Sherwin B. Nuland) على أهمية شخصية العالم أو المخترع وخصوصياتها ودورها المحوري في هدايته لاكتشاف هذا القانون أو ذلك كما آمن بأن دراسة الشخصية وتحليلها لابد وأن يشكلان حجر الزاوية في محاولة فهم تطور الأفكار العلمية عبر التاريخ.

وقد أوضح (نولاند) في مقالته الموسومة (الرجل أم اللحظة؟) أن في دراستنا لتاريخ العلوم غالبا ما نسهب في وصف وإرجاع الفضل للظروف الموضوعية التي ساعدت هذا العالم أو ذاك لتحقيق هذا الإنجاز العلمي أو ذاك ولكنه يؤكد أيضا على ضرورة إلقاء المزيد من الضوء والاستفاضة في تحليل شخصية العالم أو المكتشف ذاته لأن في هذا الجانب المهم من الموضوع يكمن السر الحقيقي في رؤية أي إنجاز علمي للنور!! فكتب موضحا...

(إذا ما أردنا أن نفهم لم استطاع هذا العالم دون معاصريه وزملائه اكتشاف أي أمر مهم فلابد لنا من أن نغوص في تفاصيل حياته وأعماق شخصيته، كما علينا دراسة تفاصيل حياة بقية العظماء والمكتشفين لأني على يقين بأننا في إتمام عملنا هذا سنضع أيدينا وسنتمكن من التعرف على طبيعة التربة الخصبة؛ بل وعلى طبيعة العقول النيرة التي ستكون مستعدة لاحتضان الأفكار والمناهج وبذور النبوغ... الأمر الذي سيساعدنا على الإسراع في اكتشاف بل وحتى في تطوير ما لدينا من قوانين طبيعية وفيزيائية).

أمن العدل أن يُطلق اسم شخص على قانون؟

إن في حصولك على نظرية جيدة أو على قانون معتمد، لا يجب أن يعني بالضرورة أنك قد توصلت إلى.... أو أن تلك النظرية أو ذاك القانون قد احتوى على (الحقيقة المطلقة). هذا ولا تعني (الحقيقة)، حقيقة وجود جسيمات محددة تدور مع بعضها حول أو داخل النواة. إن الحقيقة (والحقيقة الحقيقية) الوحيدة المستقاة من كافة الأعمال والإنجازات فتكمن في الرياضيات التي بُنيت تلك الأعمال عليها. إن كافة رتوش المنطق والحتميات التي صاحبت القوانين والنظريات إضافة إلى كافة التفاسير الملحقة بها ما هي إلا وسائل (تعكز) يلجأ إليها البشر الفاني لإدراك الهدف النهائي الصافي المكين وهو الصيغة الرياضية لهذا القانون أو لتلك النظرية.

كربن

–John Gribbin،The Search of Super strings،Symmetry and the Theory of Everything.

مقتطف من كتابه الموسوم (في طريق البحث عن نظرية الأوتار الفائقة، والتناظر وعن النظرية الشاملة).

فيما وراء الكواليس، أو هل لي أن أقول عبر الزمن؟

اذا ما استطعت النظر خلف الكواليس وعبر الزمن فغالبا ما ستلاحظ أن هذا القانون أو ذاك كان الطريدة التي سعى خلفها ليصطادها أكثر من باحث ومكتشف، فإذا ما فشل هذا في اقتناصها، سارع ذاك للملمة شباكه حولها فصارت من حظه وحصته. ولا تعجب إذا علمت أن ذاك قد يحدث ضمن فترة زمنية محدودة قد تقاس ببضعة أشهر أو سنين على أبعد تقدير ولكأن هذا القانون أو تلك النظرية كانت طريدة بحق حان أجلها لتسقط أمام أقدام من يختار اللحظة المناسبة لقنصها أو ثمرة ينعت وحان أوان قطافها!!.

ولم يجانب (نيوتن) الحقيقة كثيراً حينما صرح ذات مرة فذهب كلامه مثلا: (بأن ما يميز العالم الحصيف عن غيره فعلا هو إمكانيته للوثوب فوق أكتاف الآخرين لا لشيء سوى

ليتمكن من رؤية قطرة إضافية من أفق المحيط الذي يحيط به)، وستجد في كتابي هذا أكثر من مثل يؤكد الحقيقة القائلة بمحاولة أكثر من عالم وعبقري اكتشاف ذات الحقيقة ضمن فترة أشهر أو سنين معدودة وقد ينجح أكثر من واحد منهم باكتشافها بالفعل، ولأسباب كثيرة [لا أستبعد الحظ (ومجرد الحظ) منها] يحيد التاريخ ويأبى إلا أن يذكر أحدهم ويدخله سجل الخالدين. وفيما يلي دعوني – سادتي الأفاضل – أن أتشرف باصطحابكم خلال صفحات هذا الكتاب لنتعرف على الكثير من المرات التي صادف تاريخ العلم والعلماء مثل هذه الحقيقة عبر القرون.

أبدأ بواحدة منها:

لقد استرعى انتباه المجتمع العلمي ظهور مطبوعة علمية نشرها الفيزيائي والكيميائي الفرنسي ذائع الصيت [جوزيف لوي كاي – لوساك Joseph Louis Gay–Lussac (1778–1850)] تضمنت قانونه في الغازات وهو شيء اعتيادي، ولكن ما استدعى الفضول والدهشة حينها ليس المضمون العلمي لذاك القانون فحسب وإنما تزامن نشرها مع ظهور نتائج بحوث مماثلة كان قد قام بها العالم دالتن (Dalton) في فترة متزامنة وصادف نشرها في ذات الوقت من عام (1802). لقد تزامنت نتائج واستنتاجات الاثنين بخصوص التمدد الحراري للغازات وتماثلت خلاصة أعمالهما بالقول بثبوت تناسب تمدد كافة الغازات مع درجة حرارتها إذا ما ظلت مناسيب ضغوطها ثابتة.

ذكرت في كتابي المنشور بعنوان (شريط موبيوس –Mobius Strip)[1] تزامن اكتشاف ذلك الشريط من قبل الرياضي الألماني [أوكست موبيوس August Mobius (1790–1868)] في عام (1858) ومواطنه الأستاذ القدير الرياضي [يوهان بندكت لستنك Johann Benedict Listing (1808–1882)]، الحدث

(1) Mobius Strip: عبارة عن سطح ذو جهة واحدة وحد واحد يصنع من شريط ورقي يطوى نصف طية ثم تلصق نهايتيه. إن القلم الذي يوضع على أي نقطة منه سيعود إليها (المترجم).

الذي ماثل اكتشاف حساب التفاضل والتكامل من قبل **(نيوتن)** و الرياضي الألماني [كوتفريد ولهلم ليبنز (Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716] الأمر الذي يدعونا إلى الدهشة والتساؤل عن سبب تزامن التوصل إلى عدد من الاكتشافات من قبل أناس لا علاقة لأحدهم بالآخر!! وكمثال آخر: تزامن اكتشاف تطوير نظرية في التطور من قبل عالم الطبيعة البريطاني [شارل دارون (Charles Darwin (1809-1882] و [ألفريد ولاس (Alfred Wallace(1823-1913] بصورة منفصلة. وهناك الرياضي الهنكاري [جانوس بولياي (Janos Bolyai (1802-1860] والرياضي الروسي [نيكولاي لوباشفسكي (Nikolai Lobachevsky (1793-1856] والذي يظهر أنهما توصلا بصورة منفصلة وبوقت متزامن أيضا إلى اكتشاف هندسة القطع الناقص (Hyperbolic Geometry) وفي هذه الرواية شائعة مفادها أن كلا الرياضيين كانا قد تعلما أسس تلك الهندسة بصورة غير مباشرة عن طريق الاطلاع على أعمال (كاوس - Gauss) الذي عاش في نفس الحقبة واهتم بذات العمل.

لقد ملأت الاكتشافات المتزامنة تاريخ علوم المواد؛ فقد تزامن اكتشاف طريقة تنقية الالومنيوم بالتحليل الكهربائي باستعمال خام الكرايولايت[1] المعدني من قبل الأمريكي [شارل مارتن هول (Charles Martin Hall (1863-1914] والفرنسي [بول هيرو (Paul Heroult (1863-1914] وبصورة منفصلة أحدهما عن الآخر الأمر الذي قدم للصناعة طريقة سهلة وغير مكلفة وفعالة لفصل الالومنيوم النقي عن بقية المركبات المصاحبة له مما أدى إلى تقدم الصناعة وتأثرها إيجابيا بذلك.

لعل التفسير المناسب لمثل ذلك التزامن في الوصول إلى عين الاكتشافات هو (نضج الوقت) لتلك الاكتشافات، إذا أخذنا بعين الاعتبار كل ذلك التراكم المعرفي وقت حدوثها. وقد

(1) Mineral Cryolite: أحد خامات الألومنيوم وتركيبه الكيميائي (Na3 AlF6 Hexafluoral - minate) ويسمى سادس فلوريد الألمونيات وأول ما وجد بكميات كبيرة كان في الساحل الغربي من كرينلاند واستخدم في استخلاص العنصر كهربائيا. (المترجم).

يكون سبب التزامن هو حصول المكتشفين على عين الفكرة من ذات المصدر الذي صادف ظهوره في فترة اهتمامهما بنفس الموضوع. وهناك من الجانب الآخر الكثيرون ممن يودون توشيح تعليلاتهم بوشاح الغموض والطلسمّية حين يذهب أولئك في تفاسيرهم إلى أعماق وأبعاد أُخرى طارقين باب المصادفة مرة وباب تدخل الطالع أخرى ووجود القوى ما فوق الطبيعة في الثالثة. خذ مثلا العالم البيولوجي [بول كامير (1880–1926) Paul Kammerer] الذي كتب: وهكذا – وبعد دراسة وتعمق – نجد أنفسنا نراقب صورة الكون الفسيفسائية وكأننا ننظر من خلال المنظار الزجاجي (الكاليدوسكوب – Kaleidoscope)[1] والذي يُرجع إلى أبصارنا (صدى) ما نتطلع إليه متشابها متماثلا رُغم ما يظهر لنا عيانا من دورانه وتغيره المستمرين. فهو يقارن الاحداث في عالمنا وحياتنا بقمم الأمواج في المحيط المتلاطم والتي تظهر وتختفي بصورة منفصلة عن بعضها البعض وكأن لا رابط بينها.... وتفسّر نظريته (المتناقضة) الغريبة تلك الأحداث الظاهرة على سطح هذا الكوكب بربطها بالتناغم والتماثل الغامض للتيارات المائية في باطنه بصورة تجعلها تؤثر في أحداث العالم الخارجي وتجعل بعضها يماثل بعضاً أحيانا!.

رُغم التزامن الذي لف الكثير من أحداث العلم واكتشافاته وبالأخص اللغط المصاحب لتسمية القوانين إلا أني حرصت أن تكون كافة القوانين التي ضمها هذا الكتاب، قوانين محكمة أوجدها أناس متميزون ذوي عقول راجحة سميت بأسمائهم، وهم يستحقون كل الاحترام والتقدير لقاء عملهم ذاك. وأنا لعلى يقين بأن المكتشف والمبدع لأي قانون أو مبدأ لابد وأن يكون – برأيي وبرأي الكثير من الباحثين غيري – شخصية لامعة لا غبار عليها وعقلا جبارا يُشار إليه بالبنان في تاريخ العلم، حتى وإن ترددت الأصداء وأثبتت الأحداث بأن هذا العالم أو ذاك كان قد استقى أفكاره من غيره أو حتى وإن كان الإنجاز عملا مشتركا أسهمت به عدد من العقول.

---

(1) Kaleidoscope: لعبة بصرية تتألف من منظار هرمي الشكل ثلاثي الأسطح على الأغلب أو أسطواني مع القاعدة والقمة المغلقة بعدسة مكبرة عادية. تبطن الأسطح والقاعدة بمثلاث من مرايا عاكسة وتوضع بداخله قطع زجاجية ملونة. وبإدارته تتضاعف وتتماثل صور الزجاج الملون بداخله خالقا لدى الناظر شعورا بالتكرارية والتماثل بشكل مختلف في كل دورة (المترجم).

ومـن الجديـر بالذكـــر أن تاريـخ العلـم وقـــد أتحفنا بعلماء أجلاء (**كأينشـتين**) و(**نيوتن**) والذيـن عُرف عنهم عـدم قيامهم بأنفسهم بأي تجارب أو مشاهدات وإنما كانت إنجازاتهم نتيجـة هضمهم وفهمهـم وترتيبهـم لما قـام بـه غيرهـم مـن مشاهـدات. ناقشـت (ليزلي برلن – Leslie Berlin) في كتابها (الموجد للشريحة الميكروية – The Man Behind The Microchip)[1] قائلـة: من خلال التمحيص الدقيق (للتاريخ الطبيعي) لكل الاختراعات، نكاد نُعزي أغلبها – إن لم نقل جميعها – إلى جهود مشتركة بذلها عدد من الأشخاص، حتى وإن انتهـى شرف تسميتها باسم شخص واحد، لأن من صفـة الإبـداع أن ينتـج من تلاقح الأفـكار والعمـل المشترك لفريق من النبهاء ذوي الأذهان المتوقـدة. وقد يصدق ما جاءت به (برلن –Berlin) من أفكار حول الجهود المشتركة وتضافرها لتحقيق غالب الاختراعات، إلا أننا لابد وأن نعترف باضمحلال وخبو مثل ذلك الجهد المشترك في تاريخ اكتشاف القوانين، وإن اتفقنـا على حقيقة شروع كل مكتشف ومبدع بدراسة الكثير من نتاجات غيره العلمية. إن التوصل إلى مرحلة إبداع قانون أو اكتشاف مبدأ وتحريره على شكل معادلة محكمة مفردة، لم يكـن يوما عملا مشاعا بين جمهرة من العاملين بل على العكس، يؤكد لنا تاريخ العلم بأن مثـل هـذا الإنجاز غالبا – وفي الغالـب الأعم – لم يكن إلا نتيجة جهـد شاق لشخص واحد اعتكـف الساعـات الطوال بعزلة شبه تامة، صارع وضادد مـا سبقته من أفكار حتى توصل إلى مـا توصل إليه في لحظة حاسمة من التجلي والإلهام النادرين. وعلى العكس مما سبق نجد أن غالـب الاختراعات الحديثة المعقدة كالسيـارات والحواسيب قد ضمت بين ثناياها الجهد المشترك لعدد من المساهمين من كيميائيين في مختبرات وفنيين في مصانع ومخترعين في مختلف الحقول والاختصاصات – كالكهربائيـة واللدائن والزجاج والمعادن والإلكترونيك وغيرها – لخلق الأجزاء المختلفة والمتعددة التي تتكون منها السيارة او القطع المعقدة التي يتألف منها

(1) Microchip – شريحة دقيقة جدا لا تتجاوز مساحتها 2–4 سنتيمترا مربعا مصنوعة من البلاستك أو الميكا توضع عليها أو تنحـت خلالهـا وبتقنيات مختلفة الآلاف (بل والملايين) من الترانزستورات وتستعمـل في الأجهزة الإلكترونية ولها فضل الاختزال الهائل لأحجام مختلف الإلكترونيات. (المترجم).

الحاسوب. صحيح أن العلوم الأساسية في يومنا هذا صار لها المختبرات العظيمة وجمهرة من العاملين بأسلوب الفريق، إلا أن التاريخ يأبى أن يتحقق القانون الفريد الحصيف بهيئته الرشيقة المتمثلة بمعادلة رياضية آسرة الأحكام بليغة البيان إلا على يد – ومن إنتاج ذهن – رجل واحد مختص أُلهم سرها في لحظة ذهبية من لحظات التجلي النادرة في الكون.

وإذا راجعنا التاريخ بسرعة ونظرنا باهتمام إلى القوانين وإلى غيرها من الاكتشافات العلمية المهمة من خلال مؤلفات مؤرخي العلوم لوجدنا بعضهم شديد التردد، عصي الموافقة على أسلوب تسمية تلك الأعمال بأسماء أفراد بعينهم، وقد يذهب آخرون منهم مذهب التطرف من العملية برمتها ويقرون – مؤمنين – بفشل كافة العلماء عند اختيارهم أسماء الأشخاص الذين درجت أسماؤهم على توشيح (اختراعاتهم) و (اكتشافاتهم). ولتوضيح هذه الفكرة الغامضة إليك ما جاء به (جم هولت – Jim Holt) في كتابه (نظرية الهوية المغلوطة: لماذا على العلماء الخطأ دائما في اختيار اسم الرجل المناسب) قال فيه:

((هل سمع أحدكم بقانون تسمية (ستكلر – Stigler)؟ والذي ينص بأبسط صوره على (إخفاق العلم والعلماء التام بتسمية أي من اكتشافات الطبيعة العلمية باسم مكتشفيها الحقيقيين)؟ دعوني أوضح لكم: لقد جاء ذكر هذا القانون في أحدث كتب (ستكلر) نفسه والموسوم (علم الإحصاء.. يفتح قلبه) والصادر عن جامعة هارفرد...

فأول ما يتبادر إلى الذهن هو الاستفسار البسيط التالي: إذا سلمنا بصحة هذا القانون فإن أول ما يتوجب الاعتراف به هو أن (ستكلر) نفسه لم يكن واضعه الأصلي.

ولقد أمسك (ستكلر) بطرفي خيط اللعبة منذ البداية بإحكام حين ذكر أن الموجد الأصلي لقانونه هو العالم الشهير المختص بدراسة الحياة الاجتماعية للعلماء (روبرت ك. مرتن – Robert K. Merton). فضرب بحصاة واحدة عصفورين؛ حصل وأثبت تمتعه بالتواضع من جهة وأكسب قانونه المناعة الذاتية اللازمة للصمود من جهة ثانية)).

فسر (روبرت مرتن – Robert Merton) ما ذهب إليه بقانونه قائلا: إن جميع الاكتشافات العلمية لابد وأن تكون متعددة (الموجدين) من حيث المبدأ. بعبارة أوضح إن أي

اكتشاف أو اختراع لابد وأن يكون قد تم من قبل شخصين أو أكثر وفي كافة الحالات، ولكن لسبب أو لآخر يعزى ذلك الاكتشاف أو الاختراع إلى الشخص (الخطأ) من بين جميع الذين أسهموا بإيجاده، فقد يسمى القانون باسم الشخص الذي طوره وليس باسم الشخص الذي أوجده أو اكتشفه. وأضاف بأن الخطأ في التسمية قد يتأتى من الفارق الزمني الطويل ما بين الاكتشاف والتوثيق، فكثيراً ما يهتم العلماء أصحاب قرار التسمية (والذين غالبا ما يكونون جهلة بتاريخ العلم) بالأمور الشكلية العامة ويغفلون التفاصيل والدقائق المهمة التي هي أساس الإنجازات الخلاقة العظيمة.

لا شأن لنا بإثبات صحة ما ذهب إليه (**ستكلر**) أو تفنيده... ولكن لنا أن نذكر أهميته بالنسبة لعدد من القوانين غير العلمية كتلك المتعلقة بالتاريخ والاجتماع وغيرها من العلوم الإنسانية، إذ إنه كان قد رسخ بادئ ذي بدء على مثل تلك الاكتشافات والمشاهدات. فعلى سبيل المثال لا يعتبر (هالي – Halley) المكتشف الأول للمذنب المعروف باسمه لسبب بسيط هو أن هذا المذنب كان قد شوهد ووصف من قبل عدد من الفلكيين عبر العصور وحتى قبل ولادة السيد المسيح (عليه السلام)[1]. ولكن دعنا هنا أن لا نقلل من شأن العالم الفلكي الإنكليزي الفذ [أدموند هالي (Admond Halley (1656–1742] والذي ساعدت دقة حساباته المنشورة على إدراكنا لما توصل إليه الغابرون وسجلوه تاريخيا.

وعلى عكس ما جاء ذكره سابقا (وفي حالة القوانين الطبيعية) فقد وجدت شخصيا أن القانون المعني غالبا ما كان يسمى باسم مكتشفه فعلا أو باسم من ساهم بجدية بتطويره وتحسينه، ووضح طريقة استخدامه للأغراض العلمية والعملية. ولكن مع ذلك صادف في التاريخ أن توصل عالمان أو أكثر إلى اكتشاف ذات القانون وصياغته بأشكال مختلفة عبر القرون، وإليك المثال: (فقانون سنيل – Snell's Law) الذي فسر بدقة متناهية في عام

(1) أول ذكر مكتوب لمذنب هالي محفوظ في المتحف البريطاني على شكل رقم طينيه بابلية الأصل تؤرخ لظهوره في عام 164 قبل الميلاد. سبقه إلى ذلك نص صيني مفقود (جاء ذكره في نصوص أخرى يعود إلى سنة 240 قبل الميلاد (المترجم).

(1621) تصرف الضوء وانكساره عند مروره بمادة الزجاج وقد سمي باسم الرياضي الألماني [فليبرورد فان رويـن سنيـل (1580-1626) Willebrord van Roijen Snell]. ولكن المفارقة اللطيفة أن أول من جاء على ذكر هذا القانون واستطاع تفسير ظاهرة انكسار الضوء بدقة كان الرياضي العربي ابن سهل (Ibn Sahl)[1] في حوالي عام (984) للميلاد، كما تمكن الفلكي الإنكليزي (توماس هاريوت - Thomas Harriot) من إعادة اكتشاف هذا القانون وذلك في عام(1602) ولكنه لم ينشر أعماله. ولم يسمّ القانون باسمه النهائي الحالي إلا بضربة حظ قادت جامع المخطوطات (اسحاق فوسيوس - Issac Vossius) إلى اكتشاف كتابات (سنيل) المطمورة والتي وجدت طريقها لاحقا إلى الفيزيائي الألماني (كرستيان هيكنز -(1629-1695) Christian Huygens) الذي جاء على ذكرها وشرحها في كتابه في البصريات المسمى (Dioptrica) والذي نشر في عام (1703). وتجدر الإشارة هنا إلى أن الفرنسيين غالبا ما يشيرون إلى قانون (**سنيل**) هذا باسم قانون دسكارتي (Descartess Law) لأن العالم الرياضي [رينيه دسكارتي (1596-1650) Rene Descartes] كان أول من نشر هذا القانون بصيغة الدوال المثلثية عام (1637) في كتابه الموسوم (الأساليب وتنظيمها)، ولكنه لم يضمن كتاباته أي تاكيدات عملية أو تجريبية. لم يسلم (دسكارتي) هذا من كثير من الاتهامات بالسرقة العلمية، كالها له (**هيكنز**) وغيره خصوصا وقد تزامنت فترة وجوده في مدينة (ليدن - Leiden) الألمانية خلال وبعد فترة تواجد (**سنيل**) وعمله فيها. إلا أن تاريخ العلم ظل عاجزا عن تقديم الأدلة الكافية لإثبات صحة مثل ذلك الادعاء.

---

(1) هو أبو سعد العلاء المكنّى بابن سهل (940-1000للميلاد)؛ رياضي وفيزيائي ومهندس اختص بالبصريات من رواد العصر الذهبي للدولة العباسية وعاصمتها بغداد. كتب الكثير من الرسائل حول المرايا والعدسات وفهم خواص المحدبة منها. يعود إليه الفضل لكونه أول من اكتشف قوانين انكسار الضوء والتي تعرف اليوم بقانون سنيل وكان أول من صمم العدسات والمرايا الخالية من الزيغ اللوني. ولا يجب أن نغفل ذكر (ابن الهيثم، أبو علي الحسن بن الهيثم البصري - المولود في البصرة (العراق) عام 965 والمتوفي في القاهرة (مصر) عام 1039 للميلاد) والذي عُرف في الغرب بـ(الحازن - Alhazen)، وقد سبق (سنيل) و(نيوتن) في تفسير خصائص الضوء والعدسات بستة قرون، إضافة إلى ممارسته للطب والتشريح والفلك وعلوم الهندسة وحاز على لقب (بطليموس الثاني) (المترجم).

أ نظريات أم قوانين؟

على النظرية المقبولة أن تنصاع للتجارب المصممة لاختبارها، ولكن رغم ذلك، هناك بعض الحالات التي قد يمكن للحدس العلمي فيها أن يصل إلى درجة من الاقتناع تبلُغ من القوة أن تُقبل النظرية حتى قبل أن تُصمم التجارب المعدة لاختبارها. لقد اقتنع أينشتين – والكثيرون من العلماء معه – بصحة النظرية النسبية الخاصة حتى حين كانت التجارب تناقضها في الظاهر.

مورس
- Richard Morris، Dismantling the Universe
مقتبس من كتابه (تفكيك الكون).

لقد خصصت كافة المدخلات الرئيسية لهذا الكتاب لشرح وبحث القوانين والمبادئ العلمية، أما (النظريات) فلم تُبحث إلا ضمنها ولنا أن نسأل: ما القوانين وما النظريات؟ أعترف جاداً بأن خيط الفصل بين النظرية العلمية والقانون رفيعٌ جداً. فعلى القانون – بمفهومي الشخصي على الأقل – أن يبلغ درجة عالية جدا من الشمولية والثبات، وعليه أيضا أن (يقلص) ذاته ويبينها جلية واضحة مفهومة بمعادلة رياضية بسيطة، أي عليه أن يكون تركيباً رياضياً محكماً ودقيقا، عالي المستوى وعلى درجة كبيرة من الضمان. ولكن بالمقابل ما هي النظرية بالضبط؟ لنضرب مثالاً خيالياً – سهلاً – عن إمكانية تحول النظرية إلى قانون ؛ فباستطاعتي أن أضع نظرية أفسر فيها تعرض القواقع في إحدى غابات (الموزنبيق) المطيرة إلى طفرة تناسلية عارمة زادت من أعدادها كثيرا كنتيجة لعوامل وظروف محلية في خلال فترة دراستي لتلك الظاهرة، والآن هل بإمكاني رفع مستوى نظريتي تلك إلى مستوى القانون؟ نعم بإمكاني ذلك إذا ادعيت أن عين تلك العوامل والظروف المحلية يمكنها، وعلى الدوام مضاعفة أعداد أنواع كثيرة أخرى من الحيوانات شهريا، وكان بإمكاني إبراز الإثباتات لتلك الزيادة بأسلوب علمي منهجي مقنع لجمهرة غالبة من العلماء.

تختص النظريات بتفسير (لماذا) تصح القوانين، ويرينا القانون (كيف) يتصرف الكون بطريقته المعهودة ولكنه لا يفسر لنا (لماذا)، كما أنه لا يتطرق لشرح السبب أيضا، أي لا يتقرب من (كيف) تسير المعرفة على طريق يتسع (بجنون) مع مرور الوقت. فكلما تقدمنا فيه إلى مرحلة جديدة ونظرنا إلى الوراء سنراها بعين جديدة وبمفهوم أوضح. والحقيقة هي أن النظريات الجديدة قد زودتنا برؤية أقدر على تفسير الكون الذي نعيش فيه، (فالجديد) اليوم قد يظهر لنا (قديما) ويحتاج إلى تحديث غدا!

تختص النظريات العلمية الشهيرة عادة بشرح الحقائق وتفسير المعطيات والتي أثبتت عدداً من التجارب المستقبلية صحتها وبوتيرة مستمرة، ولكن علينا أن لا ننسى إمكانية وجود النظرية واعتمادها قبل أن تتاح لنا فرصة اختبارها والتأكد من صحتها. خذ على سبيل المثال (نظرية الأوتار– The String Theory) وهي نظرية حديثة تعنى بتفسير تصرفات الجسيمات ما دون الذرية ولاحظ أننا لا نسميها (بقانون الأوتار)، ذلك لأن على القانون أن يثبت صحته ومصداقيته بصورة لا تقبل الجدل ولا الشك، بمعنى أننا لا نقفز للتوشيح بوشاح القانون (معادلة رياضية) إلا إذا اجتازت وبنجاح (لا غبار عليه) العديد والعديد من الاختبارات دون أن يتمكن أيا منها من إسقاطها. ولكن علينا أن نستدرك لنُذكِّر بأننا لابد وأن نُخضع حتى (القوانين العظيمة الراسخة) لشيء من التعديل والتحوير كلما مرت القرون مسترشدين بما جد لنا من علوم، وبما هدينا إليه من معرفة جديدة فلا يوجد على الأرض ولا في الذهن البشري الحصيف ما يسمى بالقانون الخالد!.

إذا تساءلنا الآن ما الذي يدفع العلم إلى التقدم وما هو تقدم العلم أصلا؟ قد أجيبك بأن الدافع هو تطوير النظريات السائدة والقوانين (وتطبيقاتها بالطبع) وهنا يكمن الاعتراف الضمني بعدم كمالها.

يتقدم العلم دائما لافتقار القوانين والنظريات الموضوعة في كل زمان ومكان إلى الكمال،..

خذ (قانون نيوتن للجذب العام) مثالا على ذلك، فلقد ساد هذا القانون الذي يصف قوة الجذب بين جسمين بأنها متناسبة طرديا مع كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة

بينهما، لفترة زمنية طويلة وكان السند الأمثل للتنبؤ – وبدقة متناهية عجيبة – بحركة القمر في دورانه حول الأرض وللتنبؤ بمسارات قذائف المدافع وسلوك طلقات البنادق. امتاز هذا القانـون ببراعة تفسير (الجاذبية) بتوظيف عدد محـدود من المتغيرات ولكنه عجز عن تفسير (مـا هيتهـا) ولم يقدم ما ينير فهمنا حول ميكانيكة عملها، كما أنه عجز عن التنبؤ – بدقة – بانحناء مسار الموجات الضوئية عند مرورها بقرب جرم كبير (كالأرض مثلا)، الأمر الذي استدعى وجود (نظرية أينشتين في النسبية العامة). تعمم موضوعة (أينشتين) استخدام قانون (نيوتن) وتعتبر (الجاذبية) إحدى نتائج الانحناء الطبيعي في الزمكان (الزمان والمكان). وقد حـان الوقت الآن لبلوغ(نظرية اينشتين) هذه (المشيـب) فلم تعد قادرة على مجاراة وتفسير تأثـير الجاذبية ضمن مسافات متناهية في القصـر كمثل المسافات الفاصلة بين الجسيمات ما دون الذريـة، وهذا ما يثبت حقيقة إمكانية القوانين العلميـة وبصورة عامة على تفسير كل مـا يعرفه الإنسـان عن ظاهرة معينة ولكـن ضمن مرحلة تاريخية محـددة. ذكر الفيلسوف [كارل بوبـر (1902 –1994) Karl Popper] في كتابـه (المقاربة والتضاد) بأن كافة النمـاذج العلمية والقوانين لابد وأن تكون وقتية. وأكد الفيلسوف (ديفد هيوم – David Hume) في كتابـه (تساؤلات حول الفهم البشـري) بأنه يستحيل علينا إثبات مثالية أي نموذج والجزم المطلق بصحته مهما أوتينا من دقة الملاحظة وقدرة الاختبار.

كثـيراً ما فكرت وحاولت تكوين وجهة نظر علمية مقنعـة حول قوانين الفيزياء المتغيرة – ولـو جزئيا – على مر العصـور. فآمنت بأنها قوانين متطورة على الدوام، يشوبها دائما شيء من عدم الكمال ولكنها لم تكن مخطئة تماما لسبب بسيط هو نجاحها المطرد في إعانة الإنسانية علـى التنبؤ بالأحداث والمشاهدات مع ما يُبنى على ذلك من تقدم علمي فعلي ولفترة طويلة من مراحل المعرفة الإنسانية والتي تؤثر بدورها على تطور الحياة العامة. ولا نجافي الحقيقة في القـول بأن غالبية تلك القوانـين (القديمة) كقوانين (نيوتن) مثلا، لا تزال مستمرة في عطائها باعتبارهـا عونا لا غنـى لنا عنه لفهم ظواهر الكون والتنبؤ بما تُمكننا هي التنبؤ به من فعالياته. تمتاز القوانين الحديثة والتي يُفترض بها أن تحل محل القديمة بقابلية أدق على التنبؤ مع احتفاظها

بـكل ما هو دقيق وصحيح مما سبقها، مع تقديمها الاقتراحات الممكنة لإجراء تجارب جديدة والتوسـع في جمع ملاحظـات أشمل. وقد يخطر في بالي تشبيه عملية تطور القوانين برمتها بلوحة زيتية خارقة الجمال، عظيمة الدقة، وافرة التفاصيل. فقبل كل شيء وقبل تحقيقها كانت فكـرة في ذهن رسامها المبدع ومشروعا يحاول بها فهـم ما حوله وتقديمه للآخرين. يستمر الفنان في سهره وإبداعه وتتضح تفاصيل اللوحة وجمالها مع كل ضربة فرشاة... وهذا يشبه مـا يتم إضافته (مـن رتوش) على الصيغ الجديدة للقوانين القديمـة كلما زاد فهمنا للكون.. ولكن لن تكتمل تفاصيل لوحتنا الأثيرة ولن تتوقف ضربات فرشاة مبدعيها، كما لن تتوقف الإضافـة لقوانين الفيزيـاء لأن بكمال الصورة إيذاناً بانتهائها وبكمـال القوانين ايذاناً بموت العلم الذي يحيا بها!!.

وباختصـار يمكنني إعادة تشبيه ما سبق بمثال حساب الجذر التربيعي للرقم (2)، باستعمال الرقـم (1.4)، الذي يعتبر كافيـا في غالب عملياتنـا الاعتيادية، أمـا (1.4142135623) فسيعتبر وبلاشك تقريبا أدق. لا أحد يدّعي أن أيا منهما هو الجواب الصحيح المطلق ولكن لا أحد ينكر أن الأول أقل دقة من الثاني.

ممـا سبق يمكننـا التقرب قليلا مـن حقيقة العلاقة بـين القانون والنظريـة وذلك بالاطلاع على تعريف معجـم أكسفورد الموجـز (Shorter Oxford English Dictionary) للنظريـة، حيـث جاء فيـه أنها (عبـارة عن منظومة مـن الأفـكار أو الجمـل أو الرسوم التي ترمـي إلى تفسير وتوضيح مجموعـة أو أكثر من الحقائق أو الظواهر) والتي تتمتع بسند علمي حصيـف والتي قد تتعـدى (أو تخالف) بعض المفاهيم المتعـارف عليها، كنظرية اينشتين في النسبيـة العامة ونظرية دارون للانتخاب الطبيعـي[1] هذا ويمكن للنظريات عموما أن تساعد

(1) أعلنـت الجمعيـة الأمريكية لتقـدم العلـوم — The American Association For the Advancement of Science. (A A A S) تنازل نظرية دارون عن موقعها العلمي باكتشاف يعود إلى 4.4 مليون سنة هـو (الهيكل العظمـي الأثيوبـي Ardipithecus ramidus) والمسمى أردي – أذاعت كافة وكالات الأنباء الخبر عالميا يوم الاثنين المصادف 6/10/2009م. (المترجم).

في اشتقـاق القوانين حيـث أمكن اشتقاق قوانين العدسات الضوئيـة والتي ساعدت العلماء والفنيين على بناء الأجهزة الضوئية من النظريات المعنية بتفسير أسلوب انتشاره.

جاء في كتاب (ارنولد ارونز – Arnold Arons) الموسوم (تطوير المفاهيم في الفيزياء) ما يلي:-

((هناك علاقة تبادل منفعة بين القانون والنظرية، فتقوى النظرية ويشتد عضدها ويزداد احترامنا لها كلما تمكنت من ضـم عدد أكبر من الظواهر إلى حظيرة تفسـيرها، وتزداد معنوية وصـلابة القانون كلما أحكم تفسـيره لتلك الظواهر، ويزداد نفعه كلما تقرب أكـثر من النظرية. وبناء على ذلك فإن اشـتقاق القوانـين المتعلقة والمفسرة لحركة القمر حول الأرض من نظرية نيوتن للجذب العام أكسبها الكثير من المصداقية والأهمية، علما بأن التفسـيرات والقواعد المفسرة لتلك الحركة كانت معروفة لفلكيي بابل القديمة)).

تؤمن الغالبية العظمى من العلماء والباحثين بصحة معظم النظريات والقوانين العلمية الموجودة حاليـا، لا مراء في ذلك، ويستخدمونهـا على الدوام فـي دراساتهـم وتوقعاتهم، ولكـن لابد لنـا أن نعتبر النظريـة أكثـر حركـة وديناميكيـة وتعقيدا من القانـون إذا توخينا الدقة في التفريق بينهما، فالقانون يختص بتطبيقاته على مشاهدة واحدة (مع تفاصيلها)، في حين تسعى النظرية إلى تفسير مجموعة من الظواهر المترابطة وقد يكون لها عدد من الأجزاء الملحقة.

دعنـي أوضح الأمر لـك بتشبيه الحجر بالمنجنيق، كلاهما – ولاشـك – يمكن استخدامه كسـلاح ولكن للحجر صفة البساطة في هيئته وصفته وطريقة استعماله؛ وهو يماثل القانون لدينا، وفي المقابل يتألف سلاح القرون الوسطى الفعال من عدد من الصفائح والقطع والحبال والعجلات وحتى بعض الأعمدة والأذرع والبكرات والروافع والمسانـد بالإضافة إلى إناء سميك قوي منيع يستطيع حمل الصخور الكبيرة لقذفها، هنا يماثل المنجنيق النظرية وقد كان عُرضةً – ومنذ اختراعه – لعدد من التحسينات والإضافات على قطعه المختلفة إلا أن الهدف الرئيسي منه لم يتغير عبر القرون رغم كل ذلك.

يخامـر الشك والظنون الكثير مـن العلماء حول صحة عدد من النظريات العلمية الشهيرة كنظرية التطـور ونظرية الكم وغيرهما، ولذلك تراهم في دأب جهيد وبحث متواصل أكيد

من أجل تحسينها والتعمق في فهم أفضل لعدد من جوانبها.

وضـــع (جون كاستي – John Casti) الهيكل المنطقي للعلم في كتابه (قيمٌ فُقِدَتْ) على الشكل التسلسلي التالي:



بمعنـى أن عقــل الإنســـان وإدراكه وملاحظتــه للطبيعة والكون من حولــه تمكنه من جمع وتصنيــف عدد جم من الملاحظات والمشاهــدات والتي يمكن جمع المتقارب منها لصياغتها بشــكل فرضية تُخضعها التجربة للفحص والامتحان، والتي تنجح منها في إثبات صمودها للتجربــة ستتحول إلى علاقة شاملة تسمى القانون وقد ينضوي القانون تحت لواء نظرية ذات مغزى شمولي توضيحي أوسع.

وكمثال يوضح ما سبق دعنا نتطرق إلى ملاحظات ومشاهدات الفيزيائي الفرنسي [جاك شارل (Jacques Charles (1746–1823] والــذي شــرع منــذ عـــام (1787) في إجراء عدد من التجارب والاختبارات حول علاقة حجم غاز معين بدرجة حرارته وكيفية تغيره مع تغيرها، توصل بعدها إلى تثبيت ملاحظاته بدقة حول تلك العلاقة. ثم توصل بعد ذلك إلى وضع القانون المعروف باسمه، حيث ينص قانون شارل على تناسب حجم كمية معينة من غاز مثالي طرديا مع درجة حرارته إذا ما ثبُت ضغطه، ثم استطاع العالم [كاي–لوساك (Gay Lussac(1778–1850] في عام (1808)

من صياغة العلاقة السابقة صياغة كمية بوضع القانون المختصر الدقيق التالي لها: $V = kT$، حيث يمثـل (V) حجـم الغاز و (k) ثابت التناسب و (T) درجـة حرارته المطلقة. لقد استفاد العلماء في أرجـاء المعمورة أيما استفادة من هذا القانون حيث مكنهم مـن تلخيص كافة نتائجهم المستقاة من عـدد من التجارب في جملة واحدة يمثلهـا قانون دقيق واحد لا يتجاوز طوله الإنج الواحد. لاحظ هنا أن (**قانون شـارل**) هذا لا يخبرنا (لماذا) على حجم الغاز المحفوظ تحت ضغط ثابت أن يتناسب طرديا مع درجة حرارته، وللإجابة على ذلك لنا أن نعود إلى النظرية الحركية للغازات والتي توضح لنا طبيعة ذلك التصرف بافتراضها حركة جزيآت كل غاز حركة عشوائية وأن جميع تلك الجزيآت هـي في حالة تصادم مستمر بعضها ببعض وبجـدران الإناء الذي يحتويها وهنا تؤدي زيادة درجة حـرارة الغـاز إلى زيادة الطاقة الحركيـة لجميع جزيآته التي يتألف منها وبذلـك يزداد ضغطه الذي يسلطه على جدران إنائه.

يُطلـق اسـم القوانين العملية علـى تلك المعـادلات الرياضية الرشيقـة أو الجمل المختصرة الحصيفة التي تُلخص وببساطة مشاهدة رتيبة واحدة، وأمثلة ذلك كثيرة ضمها هذا الكتاب مثل قانون (كاي – لوساك – Gay– Lussac's Law) للأحجام المتحدة كيميائياً، وقانون (بـود – Bode's Law) لقياس مسافات بُعـد الكواكب، وقانون (هـوك – Hooke's Law) للمطاطيـة، وقانون (سنيـل – Snell's Law) لانكسار الضوء، وقانون (بويل – Boyle's Law) للغازات، وقانون (أوم – Ohm's Law) للكهربائية... وغيرها.

أمـا أنا فمعجبٌ أكثر بالقوانين التي تفسر حالات ومبادئ أكثر شمولية ويمكنها التعبير عن ظواهـر أكـثر اختلافا، ومن صفة مثل هـذه القوانين أنها تستوجب منـا تفسير مصطلحات جديـدة غايـة في الأهمية. وكمثال واحد عليهـا... أسوق لك (**قانون نيوتـن الثاني في الحركة**) والذي ينص **على تناسب معدل تغير زخم جسم ما مع خالص مقدار القوة المؤثرة عليه**. يعبر عن هذا القانون اليوم بالدالة التالية:

$$\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt,$$

حيـث يشـير غمق الحروف علـى اتجاهية قيمها بمعنـى اكتسابها صفتي القيمـة والاتجاه،

وحيث (**p**) هو الزخم ويساوي حاصل ضرب كتلة جسم في إزاحته و(**F**) هي القوة المسلطة و(.dp/dt) هو معدل التغيير في قيمة الزخم. ونُشير هنا إلى أهمية كل من (الكتلة) و (القوة) كمصطلحين لابد من تعريفهما بصورة واضحة وتبيانهما بصورة جلية قبل أن يمكن للقانون الحاوي عليهما أن يكون له أية معنى.

أما النوع الثالث من القوانين فهي تلك التي تمثل استنتاجا عاما مشتقا من نظرية، ومثال ذلك **(قانون نيوتن للجذب العام)** والذي تمثله المعادلة التالية:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2},$$

والذي يمثل تعميما استقى أهميته من قانون كبلر وقوانين نيوتن للحركة وطبيعة الأجسام المتجاذبة كحال الأرض والقمر بكتل معلومة مقدارها (m_1) و (m_2). وتجدر الإشارة هنا إلى أهمية هذا النوع من القوانين بالأخص لأنها وجدت طريقها للخلود عن طريق اشتقاقها من نظرية تربطها بها صلة (قد تكون شاملة أو جزئية).

وبالنظر لإبهام السببية التي تنطوي عليها القوانين العملية ترى العلماء دائمي المثابرة والبحث عن الطرق والأساليب التي تمكنهم من تحويل القوانين العملية إلى قوانين مشتقة أو مستقاة ولو على مدى مرحلة زمنية مضنية شاقة قد تمتد لعقود عدة.

أنكتشف القوانين أم نخترعها؟

أعرب هيزنبرك (Heisenberg) لاينشتين (Einstein) عن رأيه التالي يوما خلال حديثه معه قائلاً:

(حينما تُغرينا الطبيعة وتطلعنا على الصيغ والنماذج الرياضية فائقة الجمال والرشاقة والبساطة والتي لم تُطلع غيرنا عليها من قبل، سنجد أنفسنا – على ما أعتقد – أسرى لتلك الفتنة وذلك الجمال الذي سيقنعنا – بحقيقته – وبأنه بالفعل قد كُشف لنا وحدنا وأنه بالفعل يمثل شيئاً جديداً أُلهمنا إياه (دون غيرنا) لنعي بواسطته الطبيعة من حولنا ولنفهمها ونتمتع بها).

دافيز
- Paul Davies، Superforce
مقتطف من كتابه (القوة الفائقة)

في ظني (شخصيا) أننا لا نخترع قوانين الرياضيات والفيزياء وإنما نكتشفها، لسبب بسيط بيّن وهو أن وجودها لا يخضع أبدا لوجودنا. وأستدرك قليلا لأؤكد وجود وجهات نظر مخالفة ومغايرة، وقد لا تخلو وجهة نظري تلك من متناقضات، أعترف بذلك، ولكن دعني أسوق لك المثال التالي: أنا من المؤمنين بأن القوانين الرياضية موجودة وليست حادثة؛ بمعنى أنه إذا أخذنا المعادلة التالية:

$$8 = 1 + 3$$

فلا أحد سينادي بصحتها بل سنتفق جميعا على خطئها!

ليس هذا المهم، ولكن المهم هو هل كانت تلك المعادلة (صحيحة) قبل اكتشاف الأرقام أم لا؟ أعتقد ذلك! فالمنطق يحتم علينا الاعتراف بوجود الأرقام وعلاقاتها الرياضية سواء وجد الإنسان ليدركها أم لا. لقد طرح (مارتن كاردنر – Martin Gardner) فكرة مماثلة بطريقة ذكية طريفة حينما قال: (إذا ما صادف اثنان من الديناصورات اثنين آخرين في البرية،

فلابـد أن يكون هناك أربعة منهم بغض النظر عن درجـة الغباء التي يتمتعون بها والتي تحول دون إدراكهم لذلك! بعبارة أخرى فإن في البرية آنذاك وُجدت أربعة ديناصورات سواء وُجد من البشر أحدٌ لإدراك ذلك أم لا!).

كتب (ج. هـ. هاردي – G. H. Hardy) في مؤلفه الشهير (اعتذار الرياضيين) ما يلي: (أنـا مؤمن بوجود الكيان الرياضـي المتكامل خارجنا ولابد أن يقتصـر دورنا على اكتشافه ومراقبته، وأن كل ما نتصنعه من ضوضاء وجلبة وكل ما نحققه من انتصارات وإنجازات في اكتشاف النظريات الجديدة التي نفرح بإثباتها وننسبها – غرورا – لأنفسنا، ما هي بالحقيقة إلا ملاحظـات وتسجيل لما هو موجود حولنا بالفعل ولا فضل لنا في إيجاده، فأنا مؤمن تمام الإيمان بأن كل ما (كتبناه) من قوانين طبيعية ومعادلات رياضية ما هي إلا ملاحظات ووصف لمـا اكتشفناه وكان موجـودا قبلنا. لا أتوانى عن تشبيه مبدعـي القوانين و (مخترعيها) بمنقبي الآثـار الذين في إماطتهم اللثام عن كنوز وأسرار وخفايا الأزمان الغابرة إنما هم (مزيلي غبار) عما حبى الله الكون من حقائق... لاغير).

يعتقد الكثير من العلماء – كما سبق وأن ذكرت في هذا المؤلف وغيره – ويشعرون شعورا عميقا بضرورة تمتع كافة القوانين بصفة – البساطة –. وفي مؤلفهما الموسوم (الفيزياء) وضح الكاتبان (ديفد هاليداي – David Halliday) و (روبرت رسنك – Robert Resnik) هذه الحقيقة باقتراحهما التالي:

> **((إن إعلاننا عن نجاح برنامج ما في موضـوع الميكانيك يؤكد لنا وجود قوانين بسـيطة تتحكـم بـه. ولعل ذلك هو السـبب الأساسـي لارتياحنـا وإيماننا بقوانـين الميكانيك الكلاسيكية. ولو أن قوانين القوى كانت من التعقيد وصعوبة الإدراك والفهم بمكان لما استأنسنا بها ولما طابت أنفسنا بها، وفرحت لها، ولما شعرنا بأننا قد ربحنا شيئاً في فهمنا وتعاملنا مع الطبيعة)).**

وإذا رغبـت بالمزيد فإليـك بعض الآراء حـول بساطة وتبسيط الرياضيـات وعلاقة ذلك بإدراك الحقيقة..

الرياضيات المبسطة والحقيقة

- إن في سيطرة الرياضيات على الفيزياء لخطورة تنطوي على إمكانية إغرائها لنا واستدراجها إيانا شيئا فشيئا إلى ممالكها المتوجة ببديع جمالها وبروائع كمالها والمبهرة لنا ببديع صنعها في آن، ذلك الجمال والكمال المفقودان أصلا في حياتنا الواقعية والذي قد يتنافى حتى مع الفيزياء في تطبيقاتها الحقيقية، ولكن حتى ونحن نتسنّم تلك الذرى الشاهقة، المسببة للدوار، علينا أن نمسك مداركنا ونستقرئ تاريخنا ونشحذ فكرنا لنتأمل ذات التساؤلات العميقة التي أقضت مضاجع العظام قبلنا كـ(أفلاطون) و(عمانوئيل كانت)، وملخصها: (ما هي الحقيقة؟) هل هي تلك التي تدركها أذهاننا وقد أسكنتها فيها كالمعادلات الرياضية، أم أنها تقبع بعيدا (هناك)؟

عطيه

Sir Michal Atiyah، (Pulling the Strings) Nature.

مقتطف من مقالته (سحب الخيوط).

- نقر ونعترف بأن نماذجنا الرياضية للحقائق الفيزيائية تفتقر بل هي بعيدة كل البعد عن الكمال حتى اليوم، إلا أننا لابد وأن نسلم، من الجانب الآخر بأنهن قد زودننا بأدوات تحاكي الحقيقة وبدقة عظيمة تفوق أي وسيلة أخرى أو طريقة للوصف تفتقر إليها.

بنروز

Roger Penrose، (What Is Reality?)

مقتطف من كتابه (ما هي الحقيقة؟).

أجابت (ماريلين فو سافا – Marilyn Vos Savant) النابغة الوحيدة التي سُجلت في كتاب كنس (Guinness Book) للأرقام القياسية العالمية كحائزة على أعلى معدل ذكاء (IQ) في العالم بمعدل خيالي بلغ (228) نقطة! والمؤلفة لعدد لا يستهان به من الكتب الممتعة وزوجة الدكتور الطبيب (روبرت جيرفك – Robert Jervik)، مخترع القلب

الاصطناعـي من نـوع – Jervik 7 –، عندما سُئلت ذات مرة من قبل أحد قرائها: (لم على المادة أن تتصرف بطريقة يمكن التعبير عنها رياضيا؟) كما يلي: (لقد آمن الإغريق القدماء بأن تصميم الطبيعة لابد أن يكون رياضيا في جوهره)، ومن المعطيات الجمة للتطبيقات الرياضية المتنوعـة استطعت أن أستنتـج... ومن ثم الإيمان والإقرار بـأن (رياضيات) من نوع ما لابد وأن يمكن ابتكارها لتفسير تصرف كل شيء! ولا أخالني سأعتبر المادة استثناءً لذلك). لاشك بأن الكثيرين – وأنا منهم – سيسلمون بوجهة نظر (ماريلين فو سافا) ويوافقونها في إجابتها علـى تساؤل ذلـك القارئ، أضف إلى ذلـك – وهذا ما ذكرتُه في مقدمـة هذا الكتاب وما تواتر في أكثر من موقع خلاله – بأن (الحقيقة) يمكن أن يعبر عنها تماما باستخدام مصطلحات ومعـادلات رياضية بسيطة نسبياً وهذا ما يقودني إلى الاستنتاج بأن (الناموس الرياضي) لابد وأن يكون قد أودع في صميم الطبيعة منذ أُوجدت.

للقوانـين المذكورة في هذا الكتاب قابلية فريدة على إقناعنا وحتى إبهارنا برشاقتها ودقتها واختصارها بالإضافة إلى قابليتها الهائلة على التنبؤ. ليس لي أن أدعي أن للقوانين التي نعرفها قابليـة تفسير (كل) ما نشاهده في الطبيعة الآن (وأخص بالذكر الظواهر الخاصة بالجسيمات مـا دون الذريـة) والتي لا ينبغي لمثلها أن تكون سهلة المنال بسيطة التركيب ولكني على ثقة، ويؤيـدني في ذلك الكثير من العلماء، بأننا (وبمرور الزمن– الكفيل بتزويدنا بالمزيد من المعرفة الأساسية) لنأمل بتبسيط عدد من المعادلات العصية. يؤيدني فيما ذهبت إليه المؤلف (جيمس ترفل – James Trefil) في كتابه (طبيعة العلوم) الذي جاء فيه ما يلي، بخصوص البساطة والتبسيط الرياضي الذي نحن بصدده: (تُشكل القوانين الرياضية هيكل الكون الذي نعيش فيه، فهي تمنحه شكله الذي نعرفه وتربط أطرافه بعضها ببعض، وتؤكد لنا مرة بعد أخرى بأن هذه الطبيعة التي نعيش فيها والتي نُراقبها أو نتطلع إلى استكشافها هي مكان آمن مفهوم يفتح لنـا ذراعيه وصدره (على الدوام) – وبـكل أمانة – لنتعرف عليه وندرسه ونتمتع بموجوداته وهـي على استعداد لاستقبالنا وكشـف أسرارها لنا، إذا ما وظفنا حسنا الإنساني ومنطقنا في التقرب إليها. نحن نعيش في زمن تكاد تنهار فيه الثوابت وتهتز فيه المسلمات إلى الحد الذي

قـد يدفع - وقد دفع فعـلا - بالكثيرين إلى فقدان الثقة بالسيطـرة أو حتى بإدارة الأحداث. وهنا وفي مثل هذا الخِضَم المتلاطم المخيف تبرز لنا القوانين الطبيعية كطوق نجاة أو كفنار هادٍ في لجج الظلمات لتذكِّرنا بأن أحلك ما يشغل بالنا وأصعب ما يتحدانا من منظومات معقدة نجابهها في حياتنا؛ يمكن أن تنقاد لنا وأن تُهادننا إذا ما أدركنا أنها تعمل وفق قوانين بسيطة، سهلة قابلة للإدراك من قبل الإنسان المفكر المتعلم الواعي).

تكلمنـا كثيرا عن بساطة القوانـين الطبيعية وضرورة كونها كذلـك، ولكن هل لذلك أي معنـى يقربه من ذهن القارئ العادي؟ دعني أُصور لـك هذا المشهد الخيالي الذي سيساعدنا كثـيرا على فهـم المغزى من القوانين بصورة عامة - والفيزيائيـة منها بصورة خاصة - ولماذا يفضلها الكل (وليس البعض) بسيطة.

لنفترض وجود عالم مطابق لعالمنا في مكان ما مـن الكون ولنفترض كونه غريبا إلى درجة أسميناه معها (بكـون العجب!). ففيه سيسأم (**كبلر**) ولن يكف عن نتف لحيته لأنه وبمراقبته المضنية لكواكب مجموعته الشمسيـة لم يتمكن من توصيف مداراتها (بالإهليجية) - كحال مجموعتنا الحبيبة وإنما بدلاً من ذلك وجدها تدور وفق نظام هندسي غريب شديد التعقيد فلم يتوصـل لوضع أي معادلة رياضية تحكمها. ولم يكن حال (**نيوتن**) بأفضل من سلفه هناك وإن كان أكـثر حظا منه بالتوصـل إلى المعادلة الرياضية التي تفسر موقع وحـال وتعجيل التفاحة التـي سقطت علـى رأسه ولكنها كانـت معادلـة ذات عشرين حدا!! تـرى كيف سيتمكن علمـاء ذلك العالم (في كون العجب الذي افترضنـاه) من صنع الطائرات وإطلاق الصواريخ وصناعة السيارات واستخراج البترول؟؟... لا شأن لنا بهم. فالحقيقة نحن نعتبر أنفسنا بخير ومحظوظين جدا، فمعادلات (**كبلر**) لدينا مفهومة، وتفاحة (**نيوتن**) عكست لنا تصرف الطبيعة التي أمكن تفسيرها برياضيات بسيطة مثل تلك التي نفترض أن حقيقة كوننا قد جُبلت عليها.

يتفـق عالـم الفيزيـاء النظريـة المرمـوق الأمريكـي [ريتشـارد فينمـن (Richard Fynmenn (1918-1988] مع المنطق السابق، وقد حاول التأكيد على ضرورة أن تكون القوانين الطبيعية بسيطة وذلك من خلال استخدامه (**لقانون نيوتن في الجذب**

العام) كمثال يحتوي على كافة العناصر الضرورية اللازمة لأي قانون طبيعي (مثالي)، فكتب في مؤلفه الموسوم (مواصفات القانون الطبيعي) قائلا:

((لابد للقانون أن يكون رياضي الهوية والتعبير أولا، وأن ينقصه الكمال ثانيا! وهذا ما حدث... فقد أقدم (اينشتين) على تهذيبه وتحويره، وهنا تكمن الروعة. لابد من وجود شيء من الإثارة والغموض في كل قانون، ولابد من وجود عيب أو نقص فيه مهما كان ضئيلا (لا يُرى بعين الجيل الذي قُدّم إليه ولكن بعين الأجيال التي تليه) وهنا تكمن جماليته وجاذبيته كتمثال أسطوري يسعى نوابغ النحاتين أحدهم تلو الآخر – عبر الزمن – لوضع اللمسة (الأخيرة) عليه، ولكن اللمسة الأخيرة (الحقيقية) – إن وجدت أصلاً – فستكون بعيدةً جداً عن مرمى الجميع!!. وفوق كل ما ذُكر فإن خير ما في الجاذبية هي بساطتها!! تلك البساطة التي تضفي الجمال و (الجاذبية) عليها. وأخيرا تأتي (هيبة) القانون المتمثلة بشموليته. فقانون الجاذبية – أو هل أقول الجاذبية نفسها – شاملة متغلغلة ممتدة ولمسافات هائلة شاسعة لا يمكننا إدراكها)).

يجزم الفيزيائي النظري (ميشيو كاكو – Michio Kaku) بأن القوانين الفيزيائية والتي تحتوي في داخلها على مبادئ الكون الأساسية، لابد وأن تكون شديدة الإحكام أو هذا على الأقل ما حاول إيصاله من خلال رواياته ذائعة الصيت مثل (الأكوان الموازية – Parallel Universes) و (المصفوفة – Matrix) و (الذكاء الخارق – Superintelligence)، ويضيف قائلا: أعمل جاهدا في حياتي المهنية على تطوير ما أسميه (نظرية الأوتار الفائقة – Super String Theory) والتي تسمى الآن بـ (نظرية م – M – theory) ومختصر فكرتها هو أملي في التوصل إلى معادلة – قد لا يتجاوز طولها الإنج الواحد – والتي ستختصر لنا تصرف الكون بأكمله!! أما (اينشتين) فقد كان له رأيه في (كاكو) فكان يقول (لقد اتخذ زميلنا الشجاعة مفتاحا لوصف الحقيقة، وأعتقد أن الشجاعة ممكنة في كل شيء!)، وأضاف – متقدما خطوة بأفكاره عن (كاكو) – حين أوضح بأن اليوم الذي سنتمكن فيه من رصّ كافة نظريات الفيزياء وقوانينها في صف واحد لابد آت بغض النظر عن صعوبة أو سهولة

الرياضيات المستخدمة آنذاك. ولقد كتب في ذات مرة قائلا: «لا بد لكافة نظريات الفيزياء (وبغض النظر عن درجة صعوبة الرياضيات المستخدمة في التعبير عنها) أن تستسلم لنا يوما ما وبطريقة سلسة سهلة لا تتعدى مدارك طفل يافع لفهمها»... ولقد نسج الفيزيائي الأمريكي (ليون لدرمان – Leon Lederman) على ذات المنوال ذات مرة حين قال: (أنا لا أستبعد مطلقا خطأ الفكرة الأساسية لبناء فيزياء الكون وقوانينها إن هي عجزت على كتابة نفسها بوضوح وأناقة على صدرية ملونة زاهية صغيرة[1] يرتديها طفل!.

ولقد أفصح عن طموحه برغبته (بالعيش حتى يرى عملاق الفيزياء بكامله وبكل ما دجج نفسه من معادلات وقوانين وبكل ما سلح نفسه من رياضيات معقدة عصية، وقد اختُزل إلى معادلة رشيقة بسيطة يمكن كتابتها بسهولة على صدر جميل لثوب[2].

كتب (ماكس تكمارك – Max Tegmark) أستاذ الفيزياء في معهد (ماسا شوست) للتكنولوجيا (M I T) يقول: (لا أستبعد إمكانيتك في عام (2056) من شراء قميص وقد طُبعت عليه المعادلات التي تمثل كافة القوانين الموحدة للفيزياء التي تحكم كوننا والتي يمكن اشتقاق كل القوانين منها.

أما عالم الفيزياء النووية النيوزيلاندي [أرنست رذرفورد (Ernest Rutherford (1871–1937)] فقد لخص وبراعة فائقة العديد من تلك الخواطر حين قال: (لا فائدة في أي جزء من الفيزياء التي أنهكتنا لو لم تكن قابلة التفسير والإدراك والفهم من قبل عامل مقهى!!).

(1) في أصل النص – T – shirt. (المترجم) تي – شرت.

(2) في أصل النص – barmaid apron. (المترجم) نادلة ماخور.

ما هي الحقيقة حقا؟؟!

هـا قد أتوا مـرة أخرى، العديد العديد منهم وبكثرة ولكنـــي هذه المرة ثابت في مكاني ولم أتقهقر قيد أنملة، ابتســـمت وأبقيت عينيّ مغمضـــتين. بامكانكم المجيء، بإمكانكم الهجـوم، ولكنكم لن تُزحزحـوني عن مكاني ولن تفزعوني من نومي، نعم وبشـــجاعة أقولهـا وأنا أقف أمامكم، بإمكانكم الوثوب والإغارة عليّ كلكم وجميع من ورائكم بكثرتكم الكاثرة التي لا عدد لها ليحصى ولا منبع لها ليمحى، لن ترعبوني، فقد أتيتم من الأصقاع التي لا أرقام فيها.

رايس
Anne Rice، Christ the Lord
من كتاب عيسى المسيح (عليه السلام)[1]

غالبا ما نسمع ونقرأ بأن القوانين العلمية تصف وتوضح الحقيقة! ولكن دعنا نتساءل أولا مـــا هـي الحقيقــة حقــا؟! هنــاك العديــد من مدارس الفكـــر التي أسسها العلماء والمفكرون وفلاسفة العلم مثل الواقعيــة (Realism) والوسائطية (Instrumentalism) و النسبية (Reletivism)، وجميعهـــن ينظرن إلى الحقيقة من منطلقات مختلفة وبزوايا متباينة، فتؤمن المدرســة الواقعيــة بأن الحقيقة كائنة بغض النظر عن وجودنا من عدمه، توصلنـــا إليها أو إلى جـــزء منها بأفكارنـــا واجتهادنا أم لم نتوصـــل ولكنهـــا على أية حال قابلة لـــلإدراك والقياس والاكتشاف باستخدام العلم وأدواته، وتلك هي الحقيقة التي نعبر عنها بالمعادلات والقوانين التـــي بين أيدينـــا والتي سنكتشفها لاحقا. أما المدرسة الوسائطيــة فقد كتب (جون كاستي – John Casti)، واصفـــا إياهـــا بالمتشبثة بالاعتقاد القائل بعـــدم صحة القوانين والنظريات وبعـــدم خطئها... ولكنها تُحدد وظيفتها بكونها جميعا عبـــارة عن وسائل وأدوات حساب

(1) في أصل النص: Christ the Lord.(المترجم).

للتنبـؤ بنتائج القياسات والمشاهـدات المختلفة. وتذهب المدرسة (النسبيـة) إلى الإعلان بأن الواقـع لا يعني أبدا علاقة ثابتة بين النظرية وبـين أي حقيقة مستقلة، وإنما لابد أن يتغير نسبة للمشاهد ولهذا لابد له أن يتغير ويتبدل من وقت لآخر.

لقد ذكر مؤرخ العلوم الأمريكي [توماس كوهن (1922–1996) Thomas Kuhn] في كتابـة المنشور عام (1962) بعنوان (الثورات العلمية ومكنوناتها)؛ بأن العلماء قد فشلوا – حقيقـة وواقعا – بالتقرب من الحقيقـة العلمية رغم اطراد استخدامهم واكتشافهم للمزيد مـن القوانين، هذا مما يفضي إلى الإستنتاج بأننا حقا عاجزون عن قياس مقدار تقدمنا العلمي بواسطـة قياسنـا للدرجة التي يبدو لنا العلم قـد تقدم بها وكأنه يتقرب مـن الحقيقة. ويؤكد (كوهن) على حقيقة أن العلماء باستمرار دراستهم وتفكرهم بالكون من حولهم وبتكديسهم للحقائـق والملاحظات عنه مع الزمن، فهـم بالحقيقة يتعلمون ويلاحظون كونا مختلفا في كل مرة يخطون فيها خطوة إلى الأمام في فهمهم له وإطلاعهم على مكنوناته.

نـادى هاوكنـج (Hawking) بوجهة نظر تجـاه دراسة الكون مشابهـة لأتباع المدرسة (الوسائطية) فقد ذكر في كتابيه (الثقوب السوداء والأكوان الفتية) و (طبيعة الفضاء والزمن) الذي شاركه في تأليفه (روجر بنروز – Roger Panrose) يقول:

((أنـا لا أطالب أبـدا أن تكـون النظرية أو القانـون مطابقين للحقيقة، لأنني ببسـاطة لا أعـرف علـى وجه التحديد ما هي (الحقيقة) بالضـبط!! إني من المتمسـكين بالجانب الإيجابي المتفائل بأن ليس على أي منهما أن يتجاوز كونه (نموذجا رياضـيا) ولذلك لا معنى لدي للسـؤال فيما إذا كان أي منهما مطابقا أو حتى ممثلا للحقيقة. كل ما نطلبه ونأملـه فعلا أن يكونا دقيقـين في توقعاتهما وتنبؤاتهما التي لابد لهـا أن تكون موافقة لملاحظاتنا العملية، فكل ما يهمني، قبل وبعد كل شيء هو أن تتمكن النظرية ويستطيع القانون أن يتنبآ بنتائج قياساتنا)).

يعـبر الفيزيائي (فكتور ج ستنجـر – Victor J. Stenger) عـن آراء مشابهة في مقاله المنشور تحت عنوان: (النشوء الطبيعي للكون ؛ سيناريو محتمل) جاء فيه:

((دعونا نتساءل عما يفعله العلم حقا حين يُفسّر ظاهرة ما؟ ولنجيب على ذلك من وجهة النظر العلمية الفيزيائية على الأقل: بادئ ذي بدء يتم استنباط وبناء نموذج رياضي ليصف ويجمع تحت ظله كافة المعطيات والمعلومات الخاصة والمصاحبة لتلك الظاهرة، ثم على هذا النموذج أن يثبت كفاءته في صف المعلومات باتساق عام يطابقها مع بعضها، ثم عليه أن يجتاز عددا لا يستهان به من اختبارات التحدي المصممة لإسقاطه (وقد تنجح إحداها بذلك فعلا)، كما عليه أن لا يناقض ولا يغاير كيان العلم المعترف به. فإذا استطاع أن يجتاز كل هذا العناء وكل هذه العقبات، يمكن أن يُتوج حينئذ كمفسر ناجح لتلك الظاهرة...)).

ويمضي (ستنجر) في تصوره حول علاقة النماذج الرياضية فيقول:

لعل أي نقاش زائد عما سبق ذكره بخصوص محتوى النموذج الرياضي من (المصداقية) أو خزينهُ من (الحقيقة النهائية) ليُعتبر ضربا من (ما فوق الطبيعة) بدلا أن يكون معبرا عن الطبيعة ذاتها متمثلة بعلم الفيزياء، ذلك لأنه لا يوجد لدى العلماء ما يقولوه بعيدا عن استنادهم على المعطيات. وماذا بعد ذلك؟ ببساطة أجيب - لا شيء! - فلا حاجة لنا لأي شيء آخر بعد التطبيق العملي لأي نموذج رياضي أو قانون!! خذ على سبيل المثال الاستفسار التالي: أيهمك فعلا أن تعرف حقيقة (وجود) الحقول المغناطيسية من عدمه إن كان ذلك لا يؤثر عليك ولا يمنعك من الاستفادة الفعلية منها واستخدامها نظريا وتجريبيا وعمليا وتطبيقيا؟...

أسلوب ترتيب الكتاب والغرض منه

لقد نصحتهم وأخلصت لهم النصيحة بأنهم لو تمكنوا من إغراق أنفسهم في الرياضيات ودراستها، لكانت لهم أحبّ منقذٍ وخير بلسم شاف من كل هموم الجسد وعلله.

مان

Thomas Mann ، The Magic Mountain

مقتطف من كتابه (الجبل السحري).

لقد قسمت مُدخلات القوانين في هذا الكتاب إلى قسمين يحتوي الأول على مقدمة موجزة للقانون المعني مع المعادلة الرياضية التي تمثله، ويضم الثاني ملخصا لسيرة حياة مبدعه. كما وضعتُ مختصرا منمنما (**للفضوليين فقط**) قصدت به إطلاع المهتمين بما صاحب أو زامن هذا القانون أو ذاك من طرائف الحوادث ونُكات الأخبار.

لقد أضفت بعض الأحداث التاريخية [في مدخل (**من أحداث عام الاكتشاف**)] التي صاحبت اكتشاف القوانين المبحوثة وسلطت الضوء عليها، كما وشحت كل مدخل منها بقسم عنونته بـ (**أفكار فلسفية وآراء للمناقشة**) قصدت من ورائه إثارة الأفكار وبعث التعليقات وقدح الأذهان بما له علاقة بها وبالحقائق الرياضية التي تكتنزها، كما وإنني قد وضعت بعض التمارين الرياضية المبسطة وقمت بحل بعض المسائل قاصدا من وراء ذلك مساعدة القارئ على تعميق فهمه لتطبيقات القانون المعني، وأخيرا فقد ذيّلت كل مدخل بقائمة من المصادر – حرصت كمترجم بأن أدرجها جميعا بلغتها الأصلية تعميما وتعميقا للفائدة – والتي رمتها أن تضم العديد من القوانين المهمة الأخرى والمعادلات والأشخاص ذوي العلاقة.

لقد حرصت أن يكون المقصد والهدف من وراء كتابة (**منارات العلم والمعرفة: من أرخميدس إلى هاوكنج**) أن أوفر مرشدا مختصرا يسلط الضوء على العديد من المفكرين وعلى بنات أفكارهم ومتوجهاً به إلى شريحة واسعة من محبي المعرفة والثقافة من غير المختصين كي يمكنهم من الاطلاع على ضالتهم وفهمها خلال دقائق معدودة. ستلاحظ أن هناك معادلة مصاحبة

واحــدة (أو أكثر) لأغلــب القوانين المذكورة ؛ لا عليك عزيزي القــارئ ولا تبذل جهدا في سبر غورهــا (إن ضقت ذرعاً بها) فلقد كُتب الكتاب لتستطيع أن تلتقط جوهر المقصود من كل القوانين وتفهمها جميعاً كامل الفهم دون الالتفات لأي منها. لقد كان غرضي من وراء وضعهــا هو إعطاء الفكرة المكثفة لماهية كل منها. ولا يشك أحد بأهمية قوانين هذا الكتاب ومركزيتها في كامل كيان المعرفة البشرية إن سابقا أم لاحقا، ولكنني حرصت فيه على المرور على الأساسي منها فقط، وتلك التي لها علاقة بتفسير تصرف الكون وتشكيل العلوم الحديثة. لاشك أن إدراك تفاصيل أي قانون مذكور في هذا الكتاب وحتى فهم المعقد منها قد يتطلب الحصــول على (الدكتوراه!) في حقل الاختصاص، إلا أني قد حرصت كل الحرص على أن أوصــل ما يفي بغرض الاطلاع على أي منها برشاقة وسلاسة واختصار لا يتعدى صفحات معــدودات، وبذلك أكون قد اختصرت الكتاب وحققت الهدف من تأليفه دون الحاجة إلى تفصيل يتطلب طبعه بأجزاءٍ عدة.

لقد اخترت قوانين الكتاب والمعادلات المصاحبة لها بعد التشاور والنقاش والاتفاق مع جمهرة مــن الزملاء العلماء الأعزاء – ولا أدعي ضمي لكافــة القوانين العلمية المسماة بأسماء مكتشفيها بين دفتي سفري هذا ولكن ما ضمه فعلا، يشكل (في اعتقادي على الأقل) الغالبية العظمى منها والتي شكلت بالفعل ثقلا تاريخيا مهماً وتأثيرا عمليا ملموسا على العلم والفكر البشري ككل.

ومن الجديــر بالتنويه بأن ما اصطفيته وما أدخلته في متن هذا الكتاب من (قوانين الطبيعة) عنيــت بها تلك التي بُنيت على المشاهدات الفيزيائية والمختصة بهذا العلم وبعالمه فقط، وبناء عليه ولغرض الاحتفاظ بالحجم المعقول للكتاب فقد أحجمت عن ذكر ومناقشة كافة قوانين الاقتصاد والعلوم النفسية والبيولوجية وعلوم الأرض والرياضيات الصرفة، كما أنني لم أتطرق إلى أي مــن قوانــين الحاسوب وتقنياته الرقميــة من أمثال قانون مــور (Moore)[1] وأمدال

(1) قانـون مـور (Moore's Law): مصطلح سُك في عام 1970 وينص على تضاعف عـدد الترانزسترات الممكن إضافتها إلى الدوائر التكاملية كل سنتين دون زيادة في سعرها أو بعبارة أخرى: انخفاض سعر الدوائر التكاملية 50% كل سنتين.(المترجم).

(Amdahl)[1] وكوستافسون (Gustafson)[2] وكثير غيرهم.

وافـق (لورنس كراوس- Lawrence Krauss) على اختياري للجل الأعظم من قوانين هذا الكتاب من حقل الفيزياء لأن ذلك يؤيد بعض الآراء التي سبق أن ناقشها آنفا في كتابه الممتع (**الخوف من الفيزياء**) وخصوصا ما ذكره في فصل (**ما هي الحقيقة حقا؟**) عن قابلية الفيزيائيين الفائقة والمتميزة على متابعة حقائق وظواهر غاية في التعقيد وهم متسلحين بحفنة من الأفكار المبدئية والقوانين، فقد كتب يقول:

((يعود فضل الفيزيائيين على غيرهم من العلماء إلى حقيقة جلية ناصعة ألا وهي أن أي ظاهرة قد يتوصل إلى وصفها أحد الفيزيائيين ويتمكن من اختصارها في قانون رياضي، لابد وأن تكون متوفرة وسهلة المنال لأي فيزيائي آخر في العالم من خلال مفاهيم ورموز رياضية مشتركة لا يمكن أن نصفها بالكثيرة ولا بالمعقدة. لا يوجد على الأرض أي كيان متابع لأي فرع من فروع المعرفة البشرية يضاهي الفيزياء لا في تفاصيلها ولا في بساطة فهمها وحصرها لقوانينها رياضيا)).

أود الإشارة هنا أيضاً إلى العديد من الكتب الممتازة التي صنفت قوانين العلوم؛ منها كتاب (تريفل؛ طبيعة العلم - Trefil's The Nature of Science) وكتاب (جنيفر بوثاملي ؛ معجم النظريات - Jennifer Bothamley's Dictionary of Theories) وكتاب (روبرت كرب؛ القوانين العلمية والمبادئ والنظريات- Principles and Theories - Robert Kreb's Scienfific Laws).

إن أهم ما امتازت به هذه الكتب هو شمولها على قوانين أخرى كثيرة ولم تقتصر على تلك

---

(1) قانون امدال (Amdahl's Law): وسمي باسم مصمم الحاسبات (جين امدال Gene Amdahl) ويستعمل لحساب أعلى كفاءة متوقعة من نظام إلكتروني معين عند تطوير أحد أجزائه فقط. (المترجم).

(2) قانون كوستافسون (Gustafson's Law) - وينسب إلى واضعه رجل الأعمال وعالم الحواسيب الأمريكي [جون ل. كوستافسون (ولد في 19 كانون ثان من عام 1955) وينص على أن كافة المسائل التي يمكن حلها بواسطة (الحساب الموازي Parallel Computing) هي بالأصل مسائل مستقاة من العالم الحقيقي بحيث يمكن (انتخابها مسبقاً) ليمكن تحليلها بذلك الحساب. وعليه لا حدود لحجوم ومقدار تعقيد المسائل الممكن حلها خلال (الزمن الحقيقي) لاشتغال أي منظومة حواسيب ما دام بإمكاننا إضافة المزيد من الحواسيب إلى أصل تلك المنظومة. يعارض هذا القانون (رياضياً) قانون (امدال) السابق. (المترجم).

المقرونـة باسم هذا العـالم أو ذاك، ولذلك كان عليها أن تكون شديـدة الاختصار في الشرح وذلـك تلافيـا لتضخيمها غير المبرر، ولـك أن تأخذ كتاب (**بوثاملي**) الـذي لم يخصص لأي قانـون أو مبدأ ذكره أكثر من جملتين أو ثلاث فاعتُـبر لذلك معجما ملخصا، أما كتابي هذا فقد حرصت على جعله بحجم متوسط مناسب، وسعيت إلى ذكر بعض التفاصيل عند سردي للقوانين وسيرة حياة واضعيها فأمكن بذلك تميُّزه عما سبقه من ملخصات.

يعكس كتاب (**من أرخميدس إلى هاوكنج**) شذرات محددة من قابلياتي الذهنية وذكائي، فرغم حرصـي المستمر على الاستزادة من المعرفة والاطـلاع على أكبر عدد ممكن من حقول العلم والغور فيها إلا أني لأظلم نفسي إذا ما ادّعيتُ بلوغي الكمال والفصاحة في كلها جميعا، وبناء على ذلك علي أن أؤكد بأن ما يعكسه هذا الكتاب لا يتعدى اهتمامي الشخصي، جامعاً بين دفتيه كل مميزاتي ومثالبي[1]. لقد تحملت مسؤولية اختيار القوانين المدرجة فيه وبذلك أكون مسـؤولا عن كافة الأغلاط والهفوات التـي وردت فيه أو تسببت عنه. لم أقصد أبدا من وراء تاليفي لهذا الكتاب أن يكون أطروحة متكاملة جامعة لكل شيء موجهة للمختصين وحملة العقـول النيّرة والشهادات العالية، بل بالعكس كان هـدفي هو جعله أقصوصة علمية مسلية ومختصرة موجهة إلى الطلاب والمبتدئين والمهتمين بالعلوم وألوانها. وإلى رجل الشارع إذا ما رغب في توسيع مداركه حسب ما يسمح به وقته واهتماماته، فضلا عن مشاغله وهمومه.

قـد يلاحظ الكثـيرون اختلاف المساحـات المخصصة لمختلف القوانـين، كما قد يلاحظ آخـرون قصرهـا في كثير من الأحيان وعذري في ذلك شحـة المصادر والمعلومات عن بعض المبدعين والمكتشفين ليس إلا، وفي هذا المجال أجدني أتقدم بطلبي والتماسي لقرائي الأعزاء لإثرائـي بملاحظاتهم وآرائهم بغية التطوير والاستمرار، فإني لا أعتبر هذا الكتاب عملا قد تم وإنما قصة حب طويلة لم تكتمل فصولها بعد.

(1) يتحمـل (المترجـم) كذلك تبعات كل ما أخفـق في حسن إيصاله إلى القارئ العزيز، كما ويحتفـظ بسعادة إطلاع كافة أحبائه وأصدقائه القدماء والجدد بما قدمه من جهد في ترجمة ووضع هذا الكتاب بين أيديهم.

عمدت إلى اتباع التسلسل الزمني التاريخي لإدراج القوانين والأحداث وفقا لسنة اكتشافها إلا أنه قد يحدث وأن تذكر المصادر اختلافا في ذلك إذا ما اعتمد بعضها على ذكر تاريخ الاكتشاف، في حين آثر آخرون الاستئناس بذكر تاريخ النشر واعتماده كتاريخ للاكتشاف؛ علما بأن الفارق بينهما قد يمتد إلى سنة أو أكثر أحيانا. وعمدت في هذا الكتاب أيضا إلى ذكر تاريخ نشر القانون المعين كلما أخفقت في التوصل إلى، أو لم أكن متأكدا من تاريخ الاكتشاف الفعلي السابق لذلك. ولكن قد لا ينطبق ما سبق على عظماء مثل **(نيوتن)** والذي كانت له حالة خاصة وجب لها التنويه، فقد فصلت بين اكتشافه لقوانينه ونشرها سنون عديدة.

يذكر لنا التاريخ أن **(نيوتن)** كان قد ادعى اكتشافه لقانونه الشهير الخاص بالتحلل اللوني للضوء ولقانونه في التربيع العكسي للجذب العام في العام (1664) وهو العام الذي صادف وأن انتشر مرض الطاعون في بريطانيا الأمر الذي أوجب غلق الجامعات ومنها جامعته وعزله مع الكثيرين غيره في بيوتهم. وبالتمحيص الدقيق لتحليل الحوادث نجده قد بالغ قليلا بذكر ذلك التاريخ بالنظر لميله الطبيعي حينئذ لتسجيل مكتشفاته في أوقات أبكر من تاريخ اكتشافها الحقيقي كلما سنحت الفرصة له بذلك!!. والحقيقة تدفعنا إلى التذكير بأن بعض آرائه في الميكانيك لم تكن قد تبلورت بعد وإلى حين الفترة بين عامي (1685–1687) عندما نجح فعلا بتأليف ونشر كتابه العظيم (الأسس الرياضية لفلسفة الطبيعة – Philosophiae Naturalis Principia Mathematica) والذي غالبا ما يُذكر اليوم تحت اسم مختصر وهو (المبادئ – Principiae). وبناء على ذلك فقد ثبّت تاريخ اكتشافه لبعض قوانينه في عام (1687) وهو عام نشر (المبادئ). وعلى كل حال وبالرغم من وجود شيء من التباين في ذكر وتثبيت تواريخ اكتشاف بعض القوانين في أدبيات تاريخ العلوم، فإني لا أخال القارئ قد أخطأ في تقديره بأن في ذكري لقوانين هذا الكتاب قد قصدت إدراجها زمنيا حتى وإن كان تاريخ اكتشاف بعضها لا يزال يشوبه بعض الجدل والكثير من قلة الدقة.

وأخيرا لعلك لاحظت وتساءلت عن سبب اختفاء أي ذكر لأي قانون أو مبدأ سُمّي بعد امرأة!، وإنك لعلى حق وأسوق إليك جملة الأسباب التي دفعتني إلى ذلك، ومن بينها الانغلاق

التـام وشبه استحالة حصول المرأة – وإلى حد أواسط القرن العشرين – على التعليم العالي في الغرب. هذا إذا تمكنت أصلا من الحصول على التعليم الأولي والإعدادي فضلا عن الجامعي. لقـد دُفع بالكثير منهن واضطررن إلى اتخاذ المواقـف المناوئة لعوائلهن وأزواجهن إذا ما هن أصـررن على التعلّم والتحصيل العلمي. فلقـد أُجبر بعضهن على اخفاء شخصياتهن والعمل تحـت أسماء مستعارة أو محاولة التعلّم تحت ظروف مروِّعة من القهر والمضاددة تصل إلى حد الاضطرار إلى الانعزال اجتماعيا. أدت كل هذه الأسباب وغيرها إلى غياب الأسماء النسوية عن مداخل الكتاب كمشاركات ومبدعات في وضع القوانين أو في ابتكار الرياضيات.

وفي الختـام لي أن أقـول بأني قد ذكـرت وفي أواخر الكتاب وفي فصلي **(القول الفصـل في رشـاقة الرياضـيات...)** و (المتنافسون العظام) عددا إضافيا من القوانـين والمعادلات المسماة بأسمـاء أصحابها ومكتشفيها. لقد قصـدت من وراء تينك الفصلـين الأخيرين إذكاء ملكة التفكـير وتشجيع حب التساؤل، فقصدت إثارة القـراء للتفكير والبحث. وبعد الانتهاء من قـراءة الكتاب أرجو من قرائي التفضل بإبلاغي عن أي قانون قد أُغفل وهو يستحق الإدراج ضمن مداخل الكتـاب الرئيسية، وأرجو منهم طرح الأسئلة ومساعدتي على الإجابة عليها مثل: اتستحق معـادلات كمعادلة شرودنجر (Shrodinger) و مكسويل (Maxwell) و ($E = mc^2$) أن تُنعت بالقوانين وأن تُدخل في قسم الكتاب الرئيسي بدل أن تُدرج في ذيله؟ أنـا بالانتظار، بل وأرحب بأي ملاحظات وانتقادات من السادة القراء من أجل متابعة تنقيح هذا الكتاب والذي كان قد صُمم لتسليط الضوء على أمهات المعادلات في دنيا العلوم دائمة التغيير ومتابعة تطورها الذي لا يعرف الهوادة.

توزيع مبدعي القوانين عبر الزمن

لقد أبدع (اينشتين) علاقته الأساسية البارعة الخاصة بغوامض المادة والطاقة ودواخلهما من نظرة فلسفية ملهمة للطبيعة والكون، وليس من التحليل العقلاني لمعلومات استُنبطت من الملاحظة. كثيراً ما يتأخر التحليل العقلاني والتوقع العلمي والتجريب المختبري عن سبق الفرضية الخلاقة المبدعة وغالبا ما يأتي بعدها.

ديفز

R. H. Davis، Skeptical Inquirer

مقتطف من كتابه (المُشكك المتسائل).

في نهاية المطاف وفي الختام لابد لي من الاعتراف بحجتي الشخصية التي دفعتني للاهتمام بقوانين الفيزياء ودراستها وتبجيلها، والتي (وأظنها تتناغم مع مشاعر ورغبات الكثيرين من القراء والمطلعين) تعود إلى الشعور بالخيلاء والنصر وبالإحساس بالأمان والاطمئنان الذي قد يرتقي إلى الشعور بأننا قاب قوسين أو أدنى من امتلاك ناصية قدرنا والتنبؤ بمستقبلنا! . تتعرض حياتنا يوميا إلى العديد الجم من التحديات والمخاطر والتي نقف عاجزين مكتوفي الأيدي حيالها؛ قد يتراءى في الأفق البعيد حلّ غائم لهذه المعضلة أو إجابة شائكة لتلك المشكلة، ولكن كثرما يسقط بأيدينا فلا نملك للكثير من مشاكلنا وكوارثنا ومآسينا حلولا. ولعل خير ما يميز عمل الباحث في طريقه لاكتشاف قانون أو تهيؤه لاكتشاف مبدأ أو لوضع فرضية، هو الشعور العارم بإدراك الغاية والتوشح بالفخر، هذا خلافا عن سائر الأعمال والواجبات التي نقوم بها يوميا وخلال حياتنا مهما تفانينا في أدائها ومهما ضحينا لبلوغ الكمال فيها. إن في اكتشاف قوانين الطبيعة وصياغتها الصياغة الرياضية الصحيحة لنشوة تشابه نشوة الاكتشاف والاطلاع على المجهول وروح المغامرة، أضف إلى ذلك متعة التخيل بأنك استطعت أن تحيط جزءاً من أطراف الكون المتنامي القاهر من حولك بهالة منك وبقبس من ذهنك ومن ثم تلفه بغلاف زاه موشح بجميل الأشرطة الملونة الزاهية المتلألئة مصدره فكرك، وياليت أن يمن كل

قرن جديد علينا بالجديد الأصيل من قوانين الكون الجميل!!

يوضح الجدول رقم (1) أدناه التوزيع الزمني لاكتشاف أمهات القوانين المذكورة في متن هذا الكتاب. ليس من الصعب على الملاحظ إدراك العدد الهام منها والمُكتشف حصريا خلال القرن التاسع عشر(1800s)، وإدراك الهبوط العددي للمبادئ الفيزيائية المكتشفة خلال وما بعد القرن العشرين (1900s):

جدول رقم (1):

الحقبة الزمنية وعدد ونسبة القوانين المكتشفة خلال كل منها.	
الحقبة الزمنية	**عدد ونسبة القوانين المكتشفة**
250 ق.م – 1700 ب. م	10 (20%)
1700 – 1800	06 (12%)
1801 – 1900	30 (60%)
1901 – 2000	04 (08%)

أقترح عليك – عزيزي القارئ – الاستئناس بالقائمة الأكبر من القوانين العلمية الإضافية المذكورة في مدخل (**المتنافسون العظام**).

لقد كان الركون إلى، والاستئناس بالتجارب وتطابق نتائجها هو ما يثلج قلوب العلماء ويطمئنهم إلى صحة هذا القانون أو ذاك. ولكن ديدنهم ذاك سرعان ما جابه تحديات خطيرة ومطبات مقلقة حينما حاول الولوج إلى ممالك عديدة جديدة في عالم الفيزياء الحديثة من أمثال ميكانيكا الكم ونظرية الجسيمات مادون الذرية، والنسبية. لا يشك أحد بتنامي قدرات العلماء على تصميم وإنجاز العديد من التجارب المعقدة الخاصة بالعديد من الظواهر لفحص مختلف القوانين، إلا أن ما يستحق الذكر هنا هو تضخم المتطلبات المالية والضغوط التقنية لإجراء التجارب الحديثة مقارنة بمثيلاتها في سالف العصور والأزمان.

وكاستدراك بسيط مهم أجد نفسي ملزما لذكره هنا، هو أني قد عمدت عند وضع الجدول رقم (1) إلى جمع اثنين أو أكثر من القوانين المتشابهة وإدراجها كرقم واحد حين أدركت الشبه البيّن والتقارب الكبير بينها، فمثلا تجدني قد وضعت كلي قانوني كرشهوف (Kirchhoff)

للدوائر الكهربائية (Kirchhoff's electical circuit Law) كقانون واحد، وأدرجت قانــون إشعاع بلانــك (Plank's Law of Radiation) كمثــال لكافة القوانين المشابهة ذوات العلاقة بقوانين إشعاع الأجسام السوداء والتي اكتُشفت في حُقبته.

يُظهر الفصل المعنون (**مســك الختام: القول الفصــل في جمال الرياضيات ورشاقتها وفضلها على سائر العلوم**) ملاحظات وتفاصيل أخرى لتفسير ظاهرة أفول تسمية القوانين باسم مكتشفيها بحلــول القرن العشرين واعتبار ازدياد تمحور العلم الحديث حول العديد من المعقد والمتظافر والمتنامــي من المشاريع البحثية، احد المسببات الرئيسية لتناميها. ذكر (بيتر ديزكس– Peter Dizikes) في كتابه الموسوم: (تباشير الشهرة: زبدة الاختلاف بين الماضي والحاضر) تعليقه على ظاهرة الأفول تلك فقــال:

> **((ليس علــى العلماء والنوابغ اليوم النظر إلى الأفق من على اكتاف من ســبقوهم مــن العظمــاء والعباقرة ليتمكنوا من صــيد قانــون أو اقتناص نظرية (كما ســبق وأن جاء على لســان نيوتن)، ولكــن عليهم البحث ورؤية (الممحي) بعــد (تعدين) جبال كاملة من أوراق البحوث المشــتركة التي تحتوي معلومات ونتائج خاضت غمار المصاعب في العديد من أعاظم المختبرات ومراكز البحث في العالم ونجحت في تخطّيها جميعاً، حتى صــارت تتسابق محمومة لتجد مكانها على صفحات الدوريات أو بين أروقة المنتديات أو لتكون خبرا عاجلا على صفحات الشبكة العنكبوتية الافتراضية)).**

لقد استطاع (جيمس كليك – James Gleick) لمس نقطة الصواب حين قال (لقد فاق امتــداد وتوسع عالم المعرفة بفروعه المتعــددة وتفاصيله المذهلة أي إمكانية لأي عبقري مبدع من النوع القديم!!).

ولوضــع الجدول رقم (1) – آنف الذكــر – في سياق الكتاب الزمني والعلمي، أتمنى على القارئ الحصيف أن يعود معي بذاكرته إلى الثورة العلمية الأولى التي حدثت في الفترة ما بين عامــي (1543) و (1687) تقريبا. ففي عــام (1543) تمكن (**كوبرنيكوس**) من نشر نظريته حول مركزية الشمس لحركة الكواكب، وتمكن (**كبلر**) في ما بين عامي(1609–1618) من

إكمال قوانينه الثلاثة التي تصف مسارات الكواكب حول الشمس، وفي عام (1687) تمكن **(نيوتن)** من نشر قوانينه الأساسية في الحركة والجاذبية.

كما أتمنى عليه أن يعود بذاكرته أيضا إلى الثورة العلمية الثانية التي حصلت ما بين عامي (1850) و (1865) حينما تمكن العلماء من التحدث عن وتطويع مفاهيم متعددة جديدة في مجالي الطاقة والانتالبية (Entropy)، حينها بانت بوادر ازدهار الحقول المعرفية المعروفة بالديناميكا الحرارية والميكانيكا الإحصائية والنظرية الحركية للغازات. أما الثورة العلمية الثالثة فقد ظهرت طلائعها مع بزوغ فجر القرن العشرين والتي حملت معها نظرية الكم والنظريتين الخاصة والعامة في النسبية والتي جلبت معها مفاهيم جديدة أعمق ومعطيات أحدث وأثرى، أدت إلى قلب مفاهيمنا ليس عن الفيزياء وحسب وإنما عن الحقيقة ذاتها.

نمت وازدهرت مفاهيم ميكانيكا الكم بعد عام (1925)، فلقد ذكر الفيزيائي البريطاني (بول كوينسي – Paul Quincey) الذي يعمل في المختبرات الفيزيائية الوطنية للمملكة المتحدة بأن إمكانيات (نظرية ميكانيكا الكم) وتطبيقاتها قد فاقت قابليتها على وصف وتوقع وتفسير صفات الذرات بأفكار مجردة مثيرة فقط، وإنما تجاوزتها بكل شجاعة وحزم إلى طرق أبواب كانت مغلقة والإجابة على طلاسم كانت ترتكز على تفسير ظواهر معلومة وأسئلة قديمة من أمثال (لم لا تنهار الذرة وتنكمش على نفسها؟!) و (لم على المواد الصلبة أن تظهر قاسية؟!) و (كيف تتمكن الذرات من الاتحاد مع بعضها وتشكيل روائعها بل وعجائبها فيما يعرف بعلمي الكيمياء والأحياء؟!).

ولكن نصر (الكم) المؤزر هذا لم يأت صافي البال من غير منغصات! فبمجرد خروجك من ذلك العالم المتماسك المبهر، رياضي التركيب، هندسي المنطق والتصرف ومحاولتك تفسير ما يحدث هناك، فسرعان ما سيصبح كلامك لغواً لا معنى له أبداً!!. لقد أولجت الفيزياء نفسها أخيرا، وحشرتها في زاوية صعبة للغاية حين دخلت منطقة العلم (اللاإدراكي) عصيّ الفهم الذي لا يتماشى مع المنطق والسببية التي درج عليها الذهن البشري واعتادتها تفاسير الظواهر العلمية والطبيعية... فقد نبه (فينمن – Feynman) على صعوبة المرحلة حين

قـال: (أعتقد أني أقف اليوم على أرض صلبة تماما حين أعلن - وأنا أعني ما أقول - بأن لا أحـد قد استطاع فهم ميكانيـكا الكم!)، كما كتب الفيزيائي الدنماركـي الشهير [نيلز بور Niels Bohr (1885–1962)] يقـول: (لا وجـود لشيء اسمه (عالم الكم)، كل ما بين يدينـا ومـا نستطيع التعامل معه هو عالم من التفسير المجـرد، هذا ويُخطئ كـل من يظـن أن مـن مسؤولية الفيزيـاء تفسير (كيف) خُلقـت الطبيعـة، كل ما نستطيـع عمله وإدراكه لا يتعـدى وصفنا لها وما نستطيـع أن نقوله عنها لاغير)، وأخيـرا دعنـي أنقـل لك ما أورده الفيزيائـي النظـري (جم الخليلي - ولـد في سبتمبر1962 - Jim Alkhalili) في كتابه: (الكـم - مرشد الحيـارى والتائهين) حيث قال: (حينما نتحدث عـن عالم (الكم) الغريب ونسـبر أغواره، سنجـد أنفسنا في عالم لا يمـت لعالمنا بصلة. في هذا العـالم الغريب ستُطلق لنـا حرية اختيار واحد من جملة تفاسير مطروحة لما نـراه ونراقبه كلها من الغرابة وصعوبة الإدراك بحيـث تجعل قصص الخيال العلمي والفضاء وإصدار الكائنات الفضائية لأصواتها الغريبة قابلة الفهم وسهلة الإدراك إذا ما قورنت بها!!).

أعـود لأستدرك - كـي لا أترك قارئي العزيز في حيرة - بأنه رغـم كل ما ذُكر فإن الكيان والأساس الرياضي الذي تستند عليه (ميكانيكا الكم) لمـن الدقة والتماسك مما يجعله قادرا - وبجدارة - على التنبؤ بكافة حالات وتصرفات الجسيمات الذرية وما دون الذرية بدقة لم يسبـق لها مثيل؛ ساندته في ذلك التجارب الفلكية ودراسة الظواهر النادرة في الكون وصار عونا للكثير من النظريات الحديثة (كنظرية الأوتار - String Theory) و (الكون المجسم - Holographic Theory) ومـا يحـدث داخل وعلى مشارف (الثقـوب السوداء - Black Holes) الأمر الذي دفع بفهمنا لأسرار الكون خطوة إلى الأمام وباعتدادنا بأنفسنا وإدراكنا لضآلتها في الوجود خطوات.

أين عاش مكتشفو القوانين ومبدعوها؟

لقد أدى التفاعل الحضـاري و التلاقح الفكري فيما بين البلدان الأوربية – خلال عصر النهضـة – إلى إذكاء ملكة الإبداع وتوسـيع طرق التفكير المبتكرة وأسـاليب المراقبة المتطورة والتسـجيل و العناية بدقة في رصـد الظواهر الطبيعية. كما أدى إنشاء المراكز العلمية والأكاديميات المتخصصـة والجامعات إلى دفع عجلة البحث والتقدم، لاسـيما إنشاء أكاديمية لينسي (Accademia dei Lincei) والجمعية الملكية (Royal Society) وأكاديمية العلوم (Academie des Sciences) في كل من إيطاليا وبريطانيا وفرنسا على التوالي مما أنعش العلم وشق له فجراً جديداً هناك.

آيا كارينو

Maurizio Iaccarino، (Science and Calture).

مقتطف من كتابه (العلم والحضارة).

بإمكاننا تصنيف قوانين هذا الكتاب حسب مسقط رأس كل مكتشف ومبدع وبلده مثل ما ترى في الجدول رقم (2) أو حسب البلد الذي عاش فيه و/أو اكتسب جنسيته، وهنا تبرز مواقـع الريـادة في المساهمة في ابتكار اكبر عدد من القوانين المكتشفـة، تحتلها كل من ألمانيا وفرنسا وبريطانيا على التوالي.

الجدول رقم (2):

توزيع القوانين على بلاد منشئها					
البلد	عدد القوانين	نسبتها المئوية	البلد	عدد القوانين	نسبتها المئوية
ألمانيا	14	%31.11	إيطاليا	1	%2.22
فرنسا	12	%26.67	سويسرا	1	%02.22
بريطانيا	10	%22.22	أمريكا	1	%02.22
أيرلندا	2	%04.44	هنكاريا	1	%02.22
هولندا	2	%04.44	اليونان	1	%02.22

أمـا خصوصية أوربا وقابليـة إبداعها لهذا العدد الكبير من القوانـين العلمية، فقد أسهب

مؤرخو العلوم في بيان أسبابها وتحليلها والتعليق عليها من أمثال (ريتشارد كوخ – Richerd Koch) و (كرس سمث – Chris Smith) مؤلفا كتاب (سقوط المنطق) والذي جاء فيه:– (يعود سبب التفوق الأوربي في العلوم خلال القرون الثالث عشر وحتى الخامس عشر، إلى حقيقة اجتماع أعداد من المبدعين والمفكرين من أبنائها حين خطفت أوربا صدارة التنوير في العلوم والتكنولوجيا، الأمر الذي احتاج منها إلى مئتي سنة تالية للنضوح والتبلور).

ثم انبرى إسحاق نيوتن في عام (1687) لتجسيد الفكرة القائلة بأن الكون العظيم الذي يلفنا لابد وأن يُحكم وينقاد إلى عدد محسوب من القوانين الفيزيائية والميكانيكية والرياضية مسترشدا ومقتفيا منار العلم الذي أوقده قبله كل من (**كوبرنيكوس**) و(**كبلر**) وغيرهما. رسّخت هذه الفكرة الثقة العظيمة بأنه لابد وأن ينقاد كل ما حولنا في الكون للمنطق، ولابد أن تخضع كل مشاهدةٍ للتفسير والسببية والتبرير على أسس واضحة مفهومة (علمية) كما لابد وأن تجتمع كل الشذرات والأحداث والملاحظات لتصنع كلا متكاملا معروف الأجزاء ثابت المواضع وأن العلم، والعلم وحده هو القادر على تطوير كل شيء!!

شرعت أوربا بكفكفة نوم القرون الوسطى عن عيونها وجاهد الكثير من أوائل رواد نهضتها آنذاك، حسب ما جاء به كتاب (كوخ وسمث)، على إعمال عقولهم ولملمة ملاحظاتهم حتى تمكنوا من ترسيخ الفكرة القائلة بأن كل ما لاحقهم من جهل وشعوذة وكل ما أحاط بهم من كهنوت وسحر وغموض لابد وأن يجد طريقه إلى الانجلاء والزوال وتخضع طلاسمه للتفسير، فالإله الواحد الأحد (سبحانه) الذي خلق قوانين الكون – والتي بدأت بل وترسخت تباشيرها وإنجازاتها – لابد وأنه قد جعلها قوانين منطقية ممكنة الفهم والإثبات رتيبة التطبيق والاستخدام طيعة للاختبار، شمولية التأثير متكاملة التأطير؛ فكتبا يقولان: (هناك شرط أساسي وخطوة لا مناص عنها للإدراك الفعلي الكامل لكافة مناحي العلم والتمكن من فهم كامل قوانينه، ألا وهي صدق الإيمان واليقين بالله الواحد (الأحد سبحانه) الموجد لكل شيء والقاهر على خلقه، والذي بناه كله بما فيه من البشر والشجر والحجر على أساس منطقي راسخ لا زيغ فيه). ولكنهما عابا على رجال دينهم تمسكهم

بمناقضة أنفسهم بدفاعهم عن (المسيحية) في ذلك الوقت، كونها فتحت بصائر الناس إلى الإيمان بواسطة العلم وإنكارهم لمذاهب الديانات الأخرى (والتي – اعتقدوا أنها – لم تكن لتملك الإسناد النظري لوجود خالق يتمتع بمطلق القوة والمنطق والجبروت) والتي تمسكت – حسب ظنهم هم وحدهم – بأن جوهر الكون وموجوداته ما هو إلا طلسم هائل وأحجية عظيمة ملؤهما الأسرار التي لا قبل لبني البشر على فهمها ولا توقع مآلها فضلا عن السيطرة عليها أو التعامل معها!!

لقد تعمق الفيلسوف والمصلح الكاثوليكي الشهير [توما الاقويني Thomas Aquinas (1225-1274)][1] بفلسفة القوانين التي تحكم الكون وتعمق بها إلى الدرجة التي قرر معها إصدار تصنيفه المعروف وتبويبه الشامل لكافة قوانين الطبيعة ونواميس الكون، والذي خصص فيه قوانين خاصة مخصوصة للخلود وأسراره، وثانية للطبيعة ومكوناتها، وثالثة للإنسان وأفعاله وحتى أُخر للشياطين ومآربها!!؟.

آمن الجم الغفير من العلماء المسيحيين بإمكانية المنطق على حل المعضلات الدينية فقد ذكر (جان وجك – Jan Wojcik) – مؤلف كتاب (روبرت بويل وحدود المنطق) محاولات رواد القرنين السابع عشر والثامن عشر على التقريب بين الدين والمنطق والعلم واستعمال الآخرين لتفسير ومحاولة الإجابة على الأسئلة اللاهوتية الملحة والتي كانت المسيحية، (ولاتزال) تزخر بها وتئن منها. فرغم اعترافهم بعدم أهلية وقدرة المنطق وحده على إماطة اللثام عن كل خوافي المسيحية ولا عن تفسير كل غموضها، إلا أنهم حاولوا ونجحوا في اعتباره عاملا مضافا وفعالا، وطريقة مفيدة لمساعدة (المصدّقين) في فهم تصرف ومحتوى ما تم اكتشافه من ظواهر وقوانين ولحد تلك الحقبة ؛ فكتب (وُجك) يقول: [عندما يصل المؤمن المسيحي إلى إدراك حقيقة بعض الظواهر التي تحيط به لأن الله (عز وجل سبحانه) قد أنار

(1) Thomas Aquinas (1225-7 March 1274): راهب وفيلسوف وأستاذ ولاهوتي من أتباع الكنيسة الرومانية الكاثوليكية في الدومينكان مركز البابوية المسيحية وسمي (بالطبيب أنجليكس) و (بالدكتور كومنيونس). أثر بفلسفته على الفكر الغربي على العموم حتى أن كثير من الفلسفة الأوربية الحديثة لا تعدو اليوم موافقة آراءه أو مناقضتها. (المترجم).

لــه بصيرته لإدراكها، فسيستطيع حينذاك تحليــل تلك (الآيات) فلسفيا كمحاولة منه لإدراك كيــف يمكن (للحقيقة) أن تكون (حقيقة) بالفعل. لقد ظهــر بالتجربة إمكانية لعب (المنطق والسببيــة) دورا مهماً في إقناع الملحدين بحقيقة المسيحيــة من خلال استعمالهما وبعقلانية لإثبات الإمكانية الفعلية المنطقية لوجود أو حدوث بعض غوامضها].

ولا يمكننا أن نظلم المسيحية هنا باعتبارها المحرك الوحيد والملهم الأبرز للكثير من مبدعي القوانــين في أوربا، فقد كان (**نيوتن**) على سبيل المثال متشربا حتى النخاع (بعلوم الخيمياء)[1] ومغمورا...، بــل ومغرما مخموراً بالتفكير السحري، إضافــة إلى اهتماماته الواسعة بقوانين الطبيعة وشغفه بالتجربة والتفسير المنطقي العقلاني للأحداث، وهنا يجب ألا يغيب عن بالنا ذكــر الفــترة الذهبية لازدهار العلــوم والفنون والرياضيات خلال حقبــة الخلافة العباسية في بغــداد (750 ب. م) كما يتحتم أن لا نغفــل التقــدم الهائل والإرث العلمي العظيــم الذي سعــى علمــاء العرب والمسلمــون على نشره في أوربا ومــده إلى آسيا الوسطى، كما يجب أن نعــرج على ذكر، ولا نغفل أهميــة الحضارة اليونانية التي أنجبت الكثير من العلماء والفلاسفة والمفكرين من أمثال (أرسطو – Aristotle) و (فيثاغورس – Pythagoras) وصولا إلى (أرخميدس – Archimedes).

كتــب (مايوريزيــو إكارينــو – Maurizio Iaccarino)، وهو عــالم مرموق في المعهد العالمــي لبحــوث الجينات والفيزياء الحيويــة التابع للمجلس الوطني للبحــوث في (نابلس – Naples)، إيطاليا في الدورية المعروفة باسم تقارير EMBO مقالا جاء فيــه:

((لقد ملك علماء العرب والمسلمون راية القيادة وتمكنوا من نواصي العلم خلال الفترة الممتدة ما بين القرنين الســابع والخامس عشر واســتطاعــوا الاســتيلاء علــى الإرث العلمي اليوناني والهندي والفارســي والبناء على آثارهم. لقد ســاهم كل من العرب[2] والمســلمين والفرس

(1) راجع معنى الكلمة المفصل في مدخل (اسحاق نيوتن) في صفحة (210) من هذا الكتاب.

(2) إنــه لمــن دواعي الأسف أن لا يتضمن كتاب ضخم نر ككتاب د. بكوفر هــذا – والذي نما له في قلبي ووجداني حب واحترام عظيمــان جــراء تقربي منه وملامسة شخصيته وأفكاره والتي لا أتوانى عن وصفه بالعبقــري كباقي رواد كتابه هذا – إلا ما مجموعه

والآسيويين والمسيحيين واليهود، وفي أثرهم الهنود والأتراك على نقل الحضارة والعلوم والمعرفة الإسلامية إلى الغرب وبذلك مهدوا الطريق للنهضة الأوربية ولثورتها العلمية)).

وختاما لابد وأن نسلط الضوء على الحقيقة المهمة الراسخة وهي أنه برغم الدور الإيجابي الفعال – للمسيحية – (كدين) في تقدم العلوم وبعثها للدافع الحقيقي لمبدعي قوانين هذا الكتاب والتي كانت الحافز الأول لهم لإنجاز ما أبدعوه، إلا أنه كان للكنيسة المسيحية (كمؤسسة) الأثر الضار والضال المدمر لهم والمثبط لعزائمهم في هذا المجال، فقد كتب (سام هارس – Sam Harris) وكله أسى وقنوط حول هذا الموضوع في كتابه (لغة الإقصاء) ما يلي:

((دعونا لا ننسى ما عاناه غاليليو – وهو أعظم علماء عصره – من ظلم وكمد وهو الذي أجبر على الجثي على ركبتيه – وهو الشيخ الجليل الطاعن في السن – طلبا لمغفرة الكنيسة تحت طائلة التعذيب والموت، فلقد أُخضع للتخلي عما توصل إليه من أن الأرض هي التي تدور حول الشمس وليس العكس، وأُجبر على التكفير عما اقترفه من فكر أزاحها عن قدسيتها كمركز لا بديل عنه للكون. لقد وُضع تحت الإقامة الجبرية والحبس في داره لما تبقى له من حياته تحت الحراسة المشددة نتيجة كيد المؤتمرين من مخبولي رجال الدين. عاش (غاليليو) ومات في حقبة سوداء مظلمة مثله كمثل كل المبدعين والمفكرين الأوربيين الذين خضعوا خلالها جميعا لنير الكنيسة ونالوا بطش

67 كلمة في 8 أسطر ضمن 3 جمل حول فضل علماء وتوابغ العرب والمسلمين في تقدم العلم واستفادة اوربا في نهضتها مما أبدعوه من اكتشافات وقوانين حملت أسماءهم هم بعد أن أغفلوا حق مبدعيها قبلهم والذين سبقوهم بمئات السنين. مما شوك حزني رياضيا فأثمر أرقاماً هي.

عدد كلمات الكتاب	حظ ذكر العرب والمسلمين منها	نسبتها للمجمل
234384	67	0.02%
عدد أسطر الكتاب		
19532	08	0.04%
عدد جمل الكتاب		
7812.8+	03	0.03%

ولا لمعيب عليه ذلك فكثيراً ما ضاعت حقوق لا مناد بها وسقطت حصون لا مدافع عنها (المترجم).

رجـال دينها اللذين لم يكونوا ليتوانوا عن حرقهم أحياء لمجرد وصـمهم بالشـك حول معتقدات الكنيسة بطبيعة الكون وجوهر النجوم. تلك هي نفسها الكنيسة التي لم تطلق نفسـها من خطيئتها ولم تغسل يدها من غبائها وظلمها لوصم (غاليليو) بالهرطقة ولمدة (350) سنة حتى عام (1992)!.

لقد هبت الكثير من الرياح في الآفاق، وسارت الغزير من الأمواه في الجداول حتى ازدهر الاقتصـاد الأوربـي بُعيد عـام (1000) بعد الميـلاد، حين نمت وازدهـرت العديد من المدن والدويـلات الحرة والتي مهدت الطريـق بدورها إلى ازدهار بعض الصناعات المتواضعة فيها ونمو شيء من العلوم المصاحبة لها.

متى سيُكتشف القانون الأخير في الكون؟!

النهاية... (طفل) يلهو بلعبة ما.[1]

هيراكليتس- Heraclitus (475- 353 B.C).

لقد بدأ الظلام بالتسلل إلى مفاصل الايمان (الغربي) بمنطقية الوجود، لافاً إياه بردائه الأسود الكالح حتى خبا نوره أو كاد، بعد أن أفل نجم الكون المنطقي المتماسك (البسيط) كما تصوره نيوتن في نظرياته وقوانينه، وسار في طريقه إلى الإهمال فاسحا الطريق واسعا أمام نظريات الفيزياء الحديثة والتي سطع نورها وعلا صوتها بالمناداة بوهن قوي العلم وعبثيته وعدم جدية قدرته على فهم ما حوله من ظواهر فضلا على إفهامنا إياها، وما ينجرّ عن ذلك بالتأكيد من عدم حتمية الوجود وبإطلاق الشك من عقاله وتفعيل تغلغله في كل دقائقه. لقد كان في ظهور نظرية الكم (Quautum Theory) أهمية كبيرة وسبب وجيه (ضمن أسباب أخرى) منعت أو على الأقل أجّلتْ بشكل فعال إسناد أسماء الكثير من القوانين التي تم اكتشافها في القرن العشرين إلى أسماء مكتشفيها أسوة بما كان عليه الحال في القرنين اللذين سبقاه. ومن بين الأسباب الكثيرة التي أدت إلى ذلك زيادة صعوبة استنباط وتصميم وتفعيل الكثير من التجارب العلمية اللازمة لدعم وجود وصحة العديد من الجديد منها. وقد أكّد الفيزيائي (ستيفن وينبرك - Stephen Weinberg) الحائز على جائزة نوبل، في اجتماع عام أمام المجمع العلمي الملكي هذا التحدي حينما صرح باستحالة إمكانية العلم والعلماء على تصميم أي تجربة علمية لإثبات ظاهرة الجاذبية الكمية (Quautum Gravity)[2] فضلا عن تطبيقها! ولأوضح ذلك علي الاعتراف بأن الفيزياء

(1) الداما - Dama- في أصل النص. checkers(المترجم).

(2) Quautum Gravity: هو حقل الفيزياء النظرية المنوط إليه مهمة دمج (ميكانيكا الكم) مع (النسبية العامة) بصورة منطقية رياضية قابلة للصمود نظريا وعمليا. أي عليها يقع عبء إيجاد القاسم المشترك للتوحيد بينهما. وتتجلى صعوبة ذلك بضرورة تصميم وتنفيذ تجربة بين قيمتين تفصل بينهما 53 وحدة أسية. (المترجم).

في تقدمها المطرد ستجد (إن لم تكن قد وجدت نفسها فعلا الآن) سائرة إلى حقبة سيصبح من الصعب جدا فيها الإجابة على استئلتها الجوهرية بتجارب ملموسة، الأمر الذي سيُثقل ميزان الشك في كل أعمالنا التالية ويُسلمنا إلى أحضان موقف لن نُحسد عليه أبداً!!

أود هنا ختاما أن اطرح السؤال التالي على أعزائي القراء المتحمسين: هل تعتقد أن بإمكان العالم والعلماء امتلاك ناصية كل القوانين الطبيعية والتحكم بها في أيديهم ضمن الخمسين سنة القادمة؟ أنا شخصيا لا أعتقد ذلك، وأؤمن أشد الإيمان بأن هنالك في الكون، وحتى هنا على الأرض لابد وأن تظل فسحة من العلم غامضة، مستعصية علينا سنعمل دائما لاكتشافها ؛ تماما كالمتسلق لمجموعة من جبال متراكبة، كلما نظر عاليا رأى القمة وكلما وصلها وجد عندها بداية لسفح تسلق لقمة جديدة أمامه، وهكذا...

كوّن إسحق أسيموف [Issac Asimov (Jan، 2،1920 –April 6، 1992)[1] وآمن جازما بفكرة حيازة المعرفة العلمية على المفهوم التجازئي (Fractal Knowledge)، بمعنى حيازة الجزء الصغير منها على كامل صفات الجزء الأصلي الذي اقتُطِعت منه، وحيازة الأجزاء الأصغر فالأصغر لذات صفات الأجزاء التي تكبرها وهكذا إلى مالا نهاية. وبتوصيف أدق يمكننا القول بأنه مهما تعلمنا وتوسعت مداركنا للعلم والمعرفة، ومهما كان ما بقي منها (باعتقادنا) تافها وضئيلا فإنه وعند التمحيص والتدقيق سيظهر لنا غامضا معقدا يستحق إعادة التقييم وعناء البحث كالسابق، وهذا باعتقادي هو سر وجود الكون[2].

أما ستيفن هاوكنج (Stephen Hawking) فقد صرح بيقينه بأن البحث عن القانون الأخير في الكون لابد وأن يتوقف بعد أن يؤتي ثماره، فلقد ذكر في كتابيه الشهيرين: (ملخص تاريخ الزمن) و (الثقوب السوداء والأكوان الفتية) بأن الكثير من العلماء في

(1) Issac Asimov – بروفسور الكيمياء الحياتية روسي الأصل أمريكي الجنسية. اشتهر كأحد عمالقة جيل كتّاب الخيال العلمي الحديث، فقد نشر أكثر من (550) كتابا و (9000) رسالة وبطاقة بريدية. من أروع كتبه التي قرأتها له (الآلهة أنفسهم– The Gods Themselves) المترجم.

(2) (وما أوتيتم من العلم إلا قليلاً) القرآن الكريم: سورة: الإسراء الآية (85).

أوائــل القرن العشرين كانوا قـاب قوسين أو أدنـى مـن اليقـين بإمكانيـة تفسير كامل صفات الكون وفهمه بكامـل قوانينه وموجوداته من خلال (المواصفـات غير المحـددة) للمـواد كخـواص- المطاوعة للمعـادن وظاهـرة التوصيـل الحـراري للمـواد الموصلـة، ولكـن طمـست تلك الآمال بالإعلان عن اكتشاف الجسيمات ما دون الذرية ومبدأ الشك لهيزنـبرك (Heisenberg Uncertinity Principle)، ونقل هذان الإنجازان البشرية معهما إلى المرحلة اللاحقة من التفكير والفهم الفيزيائي العلمي.

كان إعـلان العالم الفيزيائي [ماكس بورن (1970–1882) Max Born] والحائز على (جائـزة نوبل) أمـام زوار جامعة (كوتنكـن – Gottingen) عـام 1928، البادرة الأولى لذلـك حينمـا صرح بأن (كامل الفيزيـاء التي تعرفونها ستنهار وستـزول في غضون الأشهر الست القادمة!!).

استنـد (بورن) في تصريحه المدوي ذاك على إعلان الفيزيائي النظري البريطاني [بول ديراك (1984–1902) Paul Dirac] عـن معادلته المهمة والحاملة لاسمه والتي تؤسس لتفسير تصرفات الإلكترون بمنظور ثوري جديد.

فسـر (هاوكنـج) مصدر ثقة (بـورن) بتصريحاته ومقدار (الحمق) الذي انطـوت عليه في كتابه (الثقـوب السـوداء والكون الفتـي) حينما قال: (**لقد كان من المتوقع أن يتوصـل العالم إلى اكتشـاف نظرية مماثلة لنظرية (ديراك) الخاصة بالإلكترون والتي افترض أنها ستتمكن من تفسير صفات وتصرفات البروتون، وهو الجسيـم مـا دون الذري الوحيد الذي تم اكتشـافه إلى حد ذلك الوقـت. ولكن ما قلب السحر على الساحر هو اكتشاف النيوترون، والقوى ما دون الذرية التي افترضت مسؤوليتها عن إبقاء تماسـك أنوية الـذرات رغم قوى النفر التي تولدها الشـحنات الموجبة المتماثلة للبروتونات المرصوصـة داخلها، الأمر الذي أشاع خيبة أمل عارمة بين الجميع، ولكن رغم كل ما سبق تجدني متفائلا جدا وأعتقد شخصيا بموجب ما توصلنا إليه من فتوحات وإنجازات علمية مهمة وتقدم لحد اليوم، بأننا بدأنا نقف الآن على أرض (غير هشة) تتيح لنا فرص التفاؤل الحذر بشأن توقع الوصول إلى النظرية الكاملة خلال مدى حياة بعض الذين يتصفحون هذا الكتاب الآن**).

مصادر إضافية وقراءات أخرى:

REFERENCES

Al-Khalili, Jim. *Quantum. A Guide for the Perplexed* (London: Weidenfeld & Nicolson, 2004).

Arons, Arnold. *Development of Concepts of Physics* (Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1965).

Asimov, Isaac. *I. Asimov: A Memoir* (New York: Bantam, 1995).

Atiyah, Michael. "Pulling the Strings." *Nature*, 438: 1081–1082, December 22, 2005.

Berlin, Leslie, *The Man Behind the Microchip* (New York: Oxford University Press, 2005).

Blank, Brian. "*The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe*" [book review]. *Notices of the American Mathematical Society*, 53(6): 661–666, June/July 2006.

Bothamley, Jennifer, *Dictionary of Theories* (Washington, D.C.: Gale Research International Ltd, 1993).

Brewster, David, *More Worlds Than One* (London: John Murray, 1854).

Brockman, John. *What We Believe but Cannot Prove: Today's Leading Thinkers on Science in the Age of Certainty* (New York: Harper Perennial, 2006).

Casti, John, *Paradigms Lost* (New York: William Morrow & Company, 1989).

Dizikes, Peter. "Twilight of the Idols," *New York Times Book Review*, Section 7, p. 31, November 5, 2006.

Durbin, Paul, *Dictionary of Concepts in the Philosophy of Science* (New York: Greenwood Press, 1988).

Feynman, Richard. *The Character of Physical Law* (New York: Modern Library, 1994).

Gardner, Martin, *Order and Surprise* (Amherst, N.Y.: Prometheus Books, 1985); reprints Gardner's 1950 essay "Order and Surprise."

Gardner, Martin, "Interview with Martin Gardner." *Notices of the American Mathematical Society*, 52(6): 602–611, June/July 2005.

Gleick, James, *Genius: The Life and Science of Richard Feynman* (New York: Vintage, 1992).

Guillen, Michael, *Five Equations That Changed the World* (New York: Hyperion, 1995).

Halliday, David, and Robert Resnick, *Physics* (New York: John Wiley & Sons, 1966).

Hardy, G. H., *A Mathematician's Apology* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1940).

Harris, Sam. "The Language of Ignorance." *Truthdig*, August 15, 2006; see www.truthdig.com/report/item/20060815 sam harris language ignorance/.

Hawking, Stephen, *A Brief History of Time* (New York: Bantam, 1988).

Hawking, Stephen, *Black Holes and Baby Universes* (New York: Bantam, 1993).

Hawking, Stephen, and Roger Penrose, *The Nature of Space and Time* (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2000).

Holt, Jim, "Mistaken Identity Theory: Why Scientists Always Pick the Wrong Man," *Lingua Franca Online*, 10(2) March 2000; see linguafranca.mirror theinfo org/0003/hypo.html; this article discusses Stigler's Law of Eponymy.

Hume, David, *An Enquiry Concerning Human Understanding*, edited by Tom L. Beauchamp (New York: Oxford University Press, 1999).

Iaccarino, Maurizio, "Science and Culture," *EMBO Reports*, 4(3): 220 223, 2003.

Jennings, Byron K., "On the Nature of Science," July 27, 2006; see xxx.lanl.gov/abs/physics/0607241.

Joule, James, "Remarks on God," 1873. (These are notes from an address Joule was to deliver at a meeting as president of the British Association for the Advancement of Science. Joule never delivered the address due to poor health. The quotation can be found in J. G. Crowther, *British Scientists of the 19th Century* [London: K. Paul, French, Trubner & Co., Ltd., 1935], pp. 138 140.)

Kaku, Michio, "Parallel Universes, the Matrix, and Superintelligence"; see www.kurzweilai.net/meme/frame.html?main=/articles/art0585.html.

Kepler, Johannes, *Conversation with Galileo's Sidereal Messenger*, translated by Edward Rosen, (New York: Johnson Reprint Corp., 1965).

Koch, Richard, and Chris Smith, "The Fall of Reason," *New Scientist*, 190(2557): 25, June 24, 2006.

Krauss, Lawrence, *Fear of Physics* (New York: Basic Books, 1993).

Krebs, Robert, *Scientific Laws, Principles, and Theories* (Westport, Conn.: Greenwood Press, 2001).

Nuland, Sherwin, "The Man or the Moment?" *The American Scholar*, 73: 129 132, 2004; reprinted in *The Best American Science and Nature Writing 2005*, Tim Folger, editor (Boston: Houghton Mifflin, 2005).

Pickover, Clifford, *The Loom of God* (New York: Plenum, 1997).

Pickover, Clifford, *The Möbius Strip* (New York: Thunder's Mouth Press, 2006).

Pickover, Clifford, *A Passion for Mathematics* (Hoboken, N.J.: Wiley, 2005).

Pickover, Clifford, *Strange Brains and Genius* (New York: Quill, 1999).

Penrose, Roger, "What Is Reality?" *New Scientist*, 192(2578): 39, November 18, 2006.

Popper, Karl, *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge* (London: Routledge, 1963).

Quincey, Paul, "Why Quantum Mechanics Is Not So Weird after All," *Skeptical Inquirer*, 30(4): 39–43, July/August 2006.

Rothstein, Edward, "Reason and Faith, Eternally Bound," *New York Times*, Section B, p. 7, December 20, 2003.

Stenger, Victor, "A Scenario for a Natural Origin of Our Universe," *Philo* 9(2): 93 102, 2006.

Stokes, George, *Natural Theology* (London: Adams and Charles Black, 1891).

Tegmark, Max, "Max Tegmark Forecasts the Future," *New Scientist*, 192(2578): 37, November 18, 2006.

Trefil, James, *The Nature of Science* (New York: Houghton Mifflin Company, 2003).

Wojcik, Jan, *Robert Boyle and the Limits of Reason* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2002).

آراء فلسفية وأفكار للمناقشة:

إذا ما تساءلنا عن أدق (لغة) توصل إليها الإنسان وأكثرها مصداقية وبعدا عن المتشابه والمتماثل والبديل والاحتمال... ما هي؟ فسيأتيك الجواب سريعا من الملايين الذين يعقنوها: إنها لغة (الرياضيات)!! نعم فأرقامها ومعادلاتها جواهر من (الحكمة)؛ لا تنطق إلا الحق ولا تحيد عن الدقة، وفي المثقال منها قنطار من المعرفة... أضف إلى ذلك أنها تماما كالحكمة التي تساعدنا على سبر أغوار أنفسنا لفهمها، فالرياضيات برموزها ومعادلاتها تفتح آفاق أفكارنا إلى ما يتعداها.

غيولن

Michael Guillen، (Five Equations That Changed the Word).

مقتطف من كتابه (المعادلات الخمس اللائي غيرنّ العالم).

هل هناك من أي سبب وجيه نسوقه، أو أي شيء من منطق سليم نعتمده، لنجزم بأن على كافة قوانين الطبيعة ونواميسها أن تكون ضمن قدرة استيعاب الذهن البشري؟! أو أن تكون هذه القوانين وتلك النواميس ضمن مقدورنا البحثي وفي نطاق حساباتنا وضمن نتائج توقعاتنا وتجاربنا في حدود مقادير الطاقة والحرارة المتواضعة [اللازمة الثبوت والاستقرار على الكواكب المأهولة بالبشر كأرضنا هذه التي نعيش عليها]؟!... إذا نظرنا – بعين عقلنا – أعمق... إلى صلب جوهر الحقيقة فلابد لنا أن نتوقع وجود نتائج ودلالات تكون أعمق من إدراكنا وتفوق الحد الأقصى لما يمكن لنا فعلا – كبشر – استيعابه. في ذروة الحكمة، علينا الاستنتاج بأن كامل كم الكون بما فيه وبمن فيه يمكنه التعبير عن نفسه خيرا بكثير مما نتعكز عليه نحن مما بين أيدينا من شذرات قوانين أو ما يمكننا إدراكه وفهمه من ضئيل معرفة.

بارو

John Barrow، (Boundaries and Barriers، On the Limits – of Scientific Knowledge)

مقتطف من كتابه (الحدود والموانع؛ مدى المعارف العلمية).

إذا ما فتحنا كتب الأساطير وقرأناها، وجمعنا صحف الأخبار ونشرناها... فلن نجد مغامرة أغرب، ولا فكرة أقدم من محاولة فهم الكون ؛ كيف يعمل؟ من أين أتى؟ وما مآله؟... ألا تتفق معي على صعوبة تقبّل وهضم فكرة، بل واستحالة استيعاب نجاح محاولة حفنة من ساكني أحد الكواكب المغمورة والدائرة حول نجم

مهين في مجرة متواضعة فهم كل ما في الكون الفسيح المترامي؟! أتستطيع أن تتصور معي صعوبة تمكن وإصرار نتفة ضئيلة من مكونات هذا الكون المترامي الفسيح على فهمه بأكمله؟!

جل مان

Marray Gell – Mann، in John Boslough's. (Stephen Hawking's Universe)

مقتطف من كتاب بوز لو (الكون الذي تصوره ستيفن هاوكنج).

مارس العلماء الكثير من المراوغة في استعمالهم لكلمة (قانـون)، ولعله كان من الأكثر لياقة لو أنهم اسـتعملوا كلمة (تأثير) لوصـف الحدث الـذي أمكن تأكيده و معاودته بنجاح لألـف مرة ومرة مثلا... ولنال العلم خيرا كثيرا لو أنهم اسـتعملوا كلمة (مبدأ) لذاك الذي أمكن تأكيده ومعاودته بنجاح لمليون مرة مثلا. وكان من الأجدر بهم ولبلغوا ذروة الحكمة لو أنهم احتفظوا بكلمة (قانون) وقننوا إطلاقها إلا على الحدث الذي أمكن تأكيده ومعاودته لعشرة ملايين مرة... أما إذا سـألتني: ولم لم يتم ذلك؟ لأجبتك بأن اسـتخدام العلماء والعامة للمصـطلحات العلمية السـابقة لم يكن يوما نابعا من ثقتهم بمصداقية هذا (التأثير) أو ذلك (المبدأ) أو ذاك (القانون)... ولا من إيمانهم بهذه الظاهرة أو تلك. لقد تمت التسـمية بناء على متطلبات وسوابق تاريخية ليس إلا..!

تـريفل

James Trefil، (The Nature of Science)

من كتابه (طبيعة العلم)

إن العالم عبارة عن رقعة شطرنج، وظواهر الكون أحجاره، أما (القوانين) الفيزيائية وغيرها فهي أسس اللعبة.

هكسلي

Thoas Huxley، (A Libral Education) in Auto – biogrophy and Selected Essays.

مقتطف من سيرته الذاتية ومقالات منتخبة (التعلُم الذاتي الحُر).

لقد بدأ العلم حقا يوم كان علماؤه بعيدين عنه أغراب عليه! لقد قدّ أولئك العظام طريقهم في الصخر وحيدين صابرين لا مُعين لهم ولا ممول، اللهم إلا أنفسهم والنزر اليسير من مؤيديهم. أجروا تجاربهم في دورهم واستعملوا مختبرات وآلات صنعوها بأيديهم وأجابوا على أسئلتهم وعما طُمس عنهم بأنفسهم. لقد سـلك ذاك الطريق الشاق الغريب الطويل كل العباقرة من نيكولاس كوبر نيركوس (Nicolaus

Copernicus)) حتى شارل داروِن (Charles Darwin) ونجحوا في ذلك – أيما نجاح– رغم الصعوبات، إلى الدرجة التي لا يمكننا تخيل وجود العلم الحديث لولاهم.

والآن ألا توافق معي بأن ما سلكوه من سبل غريبة لتحقيق إنجازاتهم، وما عمدو إلى استخدامه من طرق بدائية معزولة لتعميد اكتشافاتهم كانت ستشكل القاصم الأكبر لظهر العلم الحديث (والذي لا يقبل بغير تأصيل المراجع وتقنين الأساليب ونبذ الغريب ديدنا له)، لو عمد علماء اليوم لاتباعها؟!

المحررون

Editors of New Scientist، (It Pays to Keep a Little – Craziness)، New Scientist، December 9، 2006

- لمجلة (نيوسينتست) في مقالتهم (ستفوز إذا احتفظت بشيء من جنونك).

لقد فسر الكاتب الأمريكي الساخر (مارك توين – Mark Twain) تزامن التوصل إلى العديد من الاكتشافات والاختراعات والإنجازات العلمية المتطابقة والمتماثلة من قبل أناس عاشوا في أماكن مختلفة وخلال حقب زمنية متباينة بقوله:

إذا اتفقت معي بأن عليك الضحك في الوقت الملائم للضحك، فلابد لك أن تتفق معي أيضا بأنه عليك (التبخُّر) في زمن القوارب البخارية!!.

Automobile Magazine، September، 2006

مجلة السيارات، سبتمبر (أيلول) 2006

– لقد شجع (الإسلام) العلم فازدهرت العلوم في الفترة الذهبية لازدهار دولته، وآمنت المسيحية (الكاثوليكية) بإمكانية حدوث المعجزات، كما آمنت بالقوى فوق الطبيعية. أما تعريف المعجزة في صميمها فهي قابليتها على خرق المألوف الطبيعي المتمثل بعالم متوازن، لولاه لما عرفناها أصلا.

وودز

Thomas E.Woods، Jr.(How the Catholic Church – Built Western Cirilization)

مقتطف من كتابه (كيف أقامت الكنيسة الكاثوليكية دعائم الحضارة الغربية)

– تفوق (غاليليو) على (كوبر نيكوس) بإسقاطه لفكرة مركزية الشمس للكون، فاتسع أفق الفكر

البشـري وانطلـق (كان كوبر نيكوس قد أسـقط فكرة مركزيـة الأرض للكون التي نادت بها الكنيسـة وتشبثت بها لقرون). ولم يتوصل إلى علم رجال الكنسية بأن (المارق) واضع أسس أسقاط قدسية الأرض وإزاحتها عن مركزية الكون هو (كوبر نيكوس)، إلا في أوقات متأخرة جدا إلى الدرجة التي دفعت أحد الأسـاقفة الطليان إلى المناداة والإصرار على حبس (كوبرنيكوس) هذا والتنكيل به!! إلى أن أُسـقط بيده فشلاً، وفغر فاه عجباً من هول المفاجأة حينما وصل إلى علمه أن غريمه كان قد وُوري الثرى منذ ما ينيف على السبعين عاما!.

ديفس

James C. Davis، The Human Story

مقتطف من كتابه (قصة البشرية)

الباب الثاني

الفصل الأول

250 B. C. _ **1700** A. D.

...تؤهلنا خبرتنا المتراكمة –ولحد الآن– إلى الركون للاستنتاج المقنع الذي مفاده إمكانية اختصار الطبيعة بكاملها من حولنا، والتعبير عنها بمفاهيمنا الرياضية البسيطة، وأنا شخصياً على يقين تام بإمكانية توصلنا، وتثبتنا من مصداقية كافة القوانين التي تربط تلك المفاهيم مع حقيقة هذه الطبيعة (أو الكون) بكامل أبعادها الفيزيائية الملموسة عن طريق (الرياضيات) و(الرياضيات المجردة) فحسب، بمعنى أنها ستؤهلنا لفهم وإدراك كافة ظواهر الكون والطبيعة. وهنا أعود لأثني على وأتفق مع المنظور التاريخي القديم ومع الفكرة (الحلم) التي أطنبت جذورها في التاريخ والتي مفادها إمكانية إدراك الحقيقة المطلقة عن طريق التفكير والفكير المجرد فحسب.

(أينشتين)

Albert Einstein، (on the Methods of Theoretical Physics)، 1933

مقتطف من كتابه (حول طرق وأساليب الفيزياء النظرية) لعام 1933م.

.. ولعلك لا تدري كم من الغرائب قد رأى غيرك وكم سترى، ولكن لن يستغرب أحد ولن يعجب أشد من إعجابه بحدوث أغربها على الملأ، وأقصد بذلك عجيبة العجائب وذروة الفرائد، تلك هي معجزة انقياد (الرياضيات)، وتسليم راية إيجادها وفخر إدراكها وسرمد مجدها إلى أحد الأجناس ونوع من المخلوقات شديدة القرب من، والشبيهة بـ.. القرد!

(بل)

Eric T.Bell، The Development of Mathematics.

مقتطف من كتابه (تطور الرياضيات).

إن من الجمال المقلق واليقين المحير حقيقة ابتعاد كامل الرياضيات عن الدقة واليقين كلما اقتربت من إدراك (الحقيقة)، وحقيقة ابتعادها عن (الحقيقة) ذاتها كلما ازدادت دقة ويقيناً.

(أينشتين)

Albert Einstein، (Geometry and Experience)، Address to the Prussian Academy of Sciences.1921

من كلمة له بعنوان (الهندسة والخبرة) توجه بها إلى الأكاديمية البروسية للعلوم، عام 1921م.

لعل من نافلة القول ومن مسلمات الحقيقة بأبسط مفرداتها إدراكنا العميق بأن كل ما قام وما سيقوم (العلم) برسمه للطبيعة من حولنا من صور، لم ولن تكون إلا صوراً بمنظور رياضي.

ومن هنا يتضح لنا مدى صعوبة واستحالة التسليم إلا بتطابق واقع الطبيعة بكاملها مع إدراكنا الحسي الرياضي أنهما يستمدان روحيهما من مشكاة واحدة.

(جينز)

Sir. James، The Mysterious Universe.

من كتابه (الكون الغامض)

آن للذهن المنتصر أن يحتفل جَذَلاً، وآن للفكر النير أن يرقص طرباً، فقد تم اكتشاف الجل الأعظم من القوانين الأساسية التي تحكم الحقائق العلمية الفيزيائية في الكون.

لقد غدا واقعاً، وحتى احتمال التوصل إلى اكتشاف المزيد منها مُراداً تزداد صعوبة إدراكه زيادة توشك أن تبلغ حد الاستحالة مع مرور الزمن.

(مايكلسن)

Albert Michelson، 1894 dedication Address، Ryerson Physical Laboratory، University of Chicago.

مقتطف من ورقته أمام مختبرات (بيرسون) الفيزيائية في جامعة شيكاغو

مبدأ الطفو لأرخميدس

ARCHIMEDE'S PRINCIPLE OF BOUYANCY

سنة 250 قبل الميلاد في مدينة سيراكس في صقلية الإغريقية (Syracuse، Sicily).

محاور ذوات علاقة:

يوهانز كبلر (JOHANNES KEPLER) وغاليليو غاليلي (GALILEO GALILEI)

من الأحداث التي جرت في الوقت المقارب لاكتشاف أرخميدس لمبدأ الطفو:

- شُرع بكتابه النص الإغريقي للتوراة.
- غزت أقوام (La Tere) بريطانيا.
- بُني أول سجن روماني عرف باسم توليانم (Tullianum).
- ولد القائد القرطاجني الشهير هانيبال (Hannibal).

نص القانون وشرحه:

تساوي قوة الطفو العمودية المسلطة على أي جسم مغمور في سائل من الأسفل إلى الأعلى وزن سائله المزاح.

تخيل ببساطة أنك تحاول زنة (جزرة) وهي مغمورة داخل حوض من الماء، فإذا ربطتها بخيط إلى ميزان مدرج بنابض وقرات وزنها فإنه سيكون داخل الماء أقل منه عندما تكون خارجه. يعود سبب ذلك إلى أن القوة العمودية التي يُسلطها السائل من الأسفل إلى الأعلى على الجسم المغمور فيه تساعد على رفعه قليلا إلى الأعلى فيقل وزنه المسجل بواسطة نابض القبان الذي عُلّق به.

يظهر تأثير هذه القوة المسلطة على الجسم المغمور من قبل السائل إذا ما استعملنا مواد ذوات كثافة متدنية كالفلين مثلا، فالقوة المسلطة عليه من الأسفل إلى الأعلى ستكون كافية لرفع كامل وزنه فيطفو رغم انغماره جزئيا في الماء. تسمى القوة المسلطة من قبل الماء على الفلينة (بقوة الطفو) وتفوق وزنه في هذه الحالة فيطفو، وتعتمد هذه القوة على عاملي كثافة السائل وحجم الجسم المغمور ولا تعتمد لا على شكل الجسم المغمور ولا على كثافته).

ففي تجربتنا السابقة لا يهم إن كان شكل الجزرة المغمورة كرويا أم مكعبا كما لا يهم إن كان حجـــم المادة المغمورة سنتيمترا مكعبا واحـــدا من الجزر أم من الخشب أم من الفلين، فحسب مبـــدأ أرخميدس فـــإن قوة الطفو الدافعة لأي جسم من الأسفل إلى الأعلى ستعتمد على وزن السائل المزاح والذي يعتمد بدوره على حجم الجسم المغمور بغض النظر عن كثافته.

يعبر عما سبق رياضيا بالمعادلة التالية:

$$B = W_f$$

حيث يمثل (B) قوة الطفو و (W_f) وزن السائل المزاح، ويمكننا إعادة تمثيل ما سبق بتصور قطعة صغيرة من معدن (الرصاص)، غُمرت في إناء. فاق وزنها وزن حجم الماء الذي أزاحته فغطســـت، وعلى العكس يفـــوق وزن الماء المزاح من قبل قارب التجديف وزنه فيطفو. يُفسر (مبدأ أرخميدس) هذا حيثيات الطفو ويُعتبر أساسا لقوانين السوائل الساكنة.

ويمكننا أيضا إعادة صياغته بشكل آخر ولكن بنفس المعنى وكما يلي:

$$B = \rho_{liquid} G V_{solid}$$

حيث تمثل (ρ_{liquid}) كثافـــة السائـل و (G) هـــو ثابـــت تعجيـــل الجـــذب الأرضي و (V_{solid}) و (ρ_{liquid}) هو حجم المادة المغمورة. ولا يهم إن كان انغمار الجسم كليا أم جزئيا، فحجم السائل المزاح يساوي دائما حجم جزء الجسم المغمور منه صغر أم كبر.

تفســـر هذه الظاهرة بالاستنـــاد إلى حقيقة أن ضغط حجم السائل المزاح المسلط من الأسفل إلى الأعلى قد يفوق أو يقل عن وزن الجسم المغمور فيه، فإذا قل (بمعنى أن كثافته أقل من كثافة الجسم) كما في حالة (الجزرة) فإنها ستغطس، وإذا زاد (بمعنى أن كثافته أكثر من كثافة الجسم) كما في حالة (الفلينة) فإنها ستطفو، وفي كل الأحوال لابد من بروز جزء من الجسم المغمور في المـــاء فوقه ليســـاوي وزنه وزن السائل المزاح... وعليه تُخلـــي الغواصات جزءاً من مخازن مائها فيقل وزنها فتطفوا عندما تُزيح من ماء البحر ما يساوي وزنها تماما.

تزيح الغواصة الطافية على سطح البحر من مائه ما يساوي وزنها بالضبط، بعبارة أدق فإن وزن مقـــدار ماء البحر المزاح اللذي يحل جسم الغواصة محلـــه لابد وأن يساوي وزن المعدن

الذي صنعت منه مضافا إليه وزن ملاحيها وكامل حمولتها من مؤن وهواء وذخيرة.

ينطبق ذلك تماما على الحيوان المنقرض المسمى (بلزيوسارس)[1]، فوزن الماء المزاح من قبل المخلوق الطافي لابد وأن يساوي وزنه تماما، ومن المثير أن نذكر أن الحفريات المتحجرة لهذا الكائن قد أثبتت وجود بعض (الأحجار) داخل معدته الأمر الذي يمكن تفسيره علميا بحاجته إليها لغرض موازنة وزنه مع وزن ماء البحر الذي يزيحه في حالتي طفوه وغطسه.

يغطس قارب التجديف في الماء إلى الحد الذي يبلغ وزن الماء الذي يزيحه وزنه الأصلي فيطفو، وتُعرّف قوة الطفو بأنها القوة الرافعة للجسم من أسفل إلى أعلى والتي تمر عبر مركز ثقله والذي يعتمد على مركز ثقل الماء المزاح أيضا وهنا يكمن سر توازن واستقرار القوارب والسفن حيث لابد وأن يتجانس مركز ثقلها مع مركز ثقل قوة الطفو الدافعة لها من الأسفل إلى الأعلى.

قد يساورنا بعض الشك من حقيقة أن الأجسام المتساوية في أحجامها لابد وأن تزيح نفس الكمية من أي سائل تُغمر فيه بغض النظر عن كثافاتها... ؛ لا داعي لذلك، لأنها الحقيقة!! فإذا غمرنا ثلاثة مكعبات متساوية الحجم من الفلين والألمنيوم والرصاص في حوض ماء فلابد للثلاثة أن تزيح عين الكمية من مائه (بغض النظر عن المادة المصنوعة منها)، وهنا لابد لقوة الطفو المسلطة على الثلاثة (من الأسفل إلى الأعلى) أن تكون متساوية، ولابد لنا أن نذكِر بأن رد فعل المواد الثلاثة لفعل انغمارها في الماء سيكون مختلفا. بمعنى أن مكعب الفلين سيقفز طافيا على سطح الماء وسيغطس مكعب الألمنيوم ويفعل فعله مكعب الرصاص ولكن بسرعة أكبر ويعود سبب ذلك إلى اختلاف نسبة قوة طفو كل جسم إلى وزنه.

وهناك العديد من التطبيقات العملية لمبدأ أرخميدس نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر استعماله لمعرفة قوة ضغط سائل كدالة لعمقه.

(1) Plesiosaurs: حيوان مفترس بحري منقرض يُشبّه مجازا بكونه (أفعى طويلة داخل درع سلحاة!) ينتمي إلى فصيلة الزواحف بعنق وذيل طويلين وبطن منتفخة غير محاطة بدرع. عاش خلال فترة وجود الديناصورات ولا ينتمي إليها ويمتاز بنوعيه طويل وقصير العنق (المترجم).

للفضوليين فقط:

– لقد أوحى شخص (أرخميدس) وإنجازاته الفذة إلى [صوفي جرمين (Sophie Germain (1776-1831] لاختيار خط اختصاصها في الحياة حتى أصبحت أعظم رياضية في العالم على الإطلاق. وتعود قصة ذلك إلى اطلاعها وقراءتها – ولما تتجاوز الثالثة عشرة من عمرها – لقصة مقتله أثناء حله لبعض المسائل الرياضية، أثرتْ تلك القصة تأثيرا بالغا عليها فقررت أن تختص في المادة التي أحبها (أرخميدس) وهي الرياضيات. عارض والداها فكرتها بشدة إلى الحد الذي ألجأها إلى الاختباء تحت الأغطية لتتمكن من قراءة أعمال (نيوتن) سرا والاستمتاع بإبداعات الرياضي (ليونهارد يولر – Leonhard Euler)[1].

– كثيرا ما داعب أرخميدس زملاءه بانتكاره لمسائل رياضية ونظريات غامضة أو مغلوطة لغرض الإيقاع بهم وبلبلة أفكارهم (وذلك للانتقام منهم لسرقتهم لأفكاره).

من أقوال العظماء:

– أعطني موضع قدم ثابت وسأزحزح لك الأرض!

أرخميدس: عند اكتشافه لأسس (Archimedes) ومبادئ العتلات كما ذكر ذلك (Poppus of Alexandria).

– ستبقى ذكرى ارخميدس حتى بعد نسيان (أشيلس)[2] هذا لأن اللغة زائلة والرياضيات باقية.

قد يظن البعض أن لا معنى للخلود ولكني على يقين بأن سر عظمة الرياضيات يقطن في خلودها.

ج. هـ. هاردي

G. H. Hardy، (A.Mathematicion's – Apology)، 1941

مقتطف من كتابه الموسوم (اعتذار رياضي)، 1941.

---

(1) Leonhard Euler: (1783-1707) رياضي سويسري لامع عاش في روسيا وألمانيا اشتهر باكتشافاته الرياضية الفذة والتي تناولت مواضيع مختلفة وحقول متعددة مثل الهندسة التحليلية وحساب التفاضل ونظرية الرموم البيانية. ووضع لأول مرة مصطلحات رياضية مثل التحليل الرياضي والدالة الرياضية وكان سبّاقا في ميادين الميكانيك وحركة السوائل وعلم الفلك. (المترجم).

(2) Aeschlus – كاتب مسرحي روماني اشتهر بإيجاد فكرة (المأساة) في المسرح. كان أول من زاد عدد الممثلين على الخشبة لإيجاد وخلق حبكتها، ألف ما ينيف عن 70 إلى 90 مسرحية، لم يصلنا منها إلا سبعة. (المترجم)

- مرحى!! مرحى!!

صيحة الفرح التي أطلقها أرخميدس عندما توصل إلى أن تاج الملك (حيرون – Hieron) قد صيغ من ذهب مخلوط بفضة.

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

أرخميدس من سيراكسـس – (Archimedes of Syracuse (287–2120) رياضي ومختـرع يوناني اشتهـر بدراساته الهندسيـة والمائية وباللولب المسمى باسمـه والذي لا يزال يستعمل لحد اليوم لرفع المياه.

يعتـبر المهندس الإغريقـي، (أرخميدس) أعظم رياضي وعالم عاش في الزمن القديم، كما ويعتـبر رابع أعظم من وطئت أقدامهم الأرض من الرياضيين، فهو غالبا ما يوضع في مطاف إسحـاق نيوتـن – (Issac Newton) وليونهارد يولـر–(Leonhard Euler) وكارل كاوس –(Carl Gauss). ولد أرخميدس لفلكي أغريقـي اسمه (فيدياس – Phidias) وأمضـى جـل عمره في مدينـة (سيراكس) حيث عمـل على ابتكار العديـد من المخترعات مثـل الأسلحة التي استعملـت ضد الرومان واللولـب المعروف باسمه لغرض رفع الماء إلى مستويـات أعلـى، وكان أول من فكر بوضع نمـاذج تحاكي قبة السمـاء بنجومها وكواكبها وأجرامها (Planetariums).

قصـد أرخميدس (مصر) في إحـدى مراحـل حياته، ودرس في (الإسكندريـة) التي كانت منارة من منارات علم ذلك الزمان والتي سعى الإغريق إلى إرسال طلابهم إليها. وبقي ذكره خالـدا إلى زماننا الحاضر لمـا تركه لنا من اختراعات وأعمال هندسيـة وقوانين رياضية منها: تلـك التي تُستخرج بواسطتها الأحجام والمساحـات السطحية للأجسام الكروية إضافة إلى ابتكارات رياضية أخرى استندت إليها طرق أحدث كاستعمال اللوغارتم وحساب التفاضل.

تعود أسطورة مقتله من قبل أحد الجنود الرومان أثناء فترة احتلال بلدته (سيراكس) إلى العام

212 ق. م. خـلال (الحـروب البيونية)[1] حينما ثار غضـب (أرخميدس) لدى مرور ذلك الجندي على الدوائر التي كان قد رسمها على الرمل أمامه وهو يدرسها فنهره بجملته الشهيرة قبـل مقتله (لا تشوه دوائري). ينقل لنا الكاتـب الاغريقي (بلوتارش – Plutarch) وصية أرخميدس لأحبائه وأصدقائه بأن تُنقش على قبره صورة أسطوانة تحيط بكرة وأن يكتب تحتها العبارة التالية: (النسبة التي يفوق فيها الشكل الحاوي الشكل المحتوى).

أُطلق اسم (أرخميدس) على إحدى فوهات القمر وهي بقطر (82 كيلو مترا) في عام (1935) من قبل الجمعيـة العامة لاتحاد الفلكيين العالمي. واتحاد الفلكيـين العالمي (International Astronomical Union – I A U) هـي الجهـــة الرسميـة المخولـة لمراجعة واعتماد الأسماء المقترحة من قبل العلماء (وعامة الناس) لإطلاقها على معظم الأجرام الشمسية.

ومـن الغريب أن يُعرف ويشتهر أرخميدسـ – وهو الرياضي الفذ اللامع – لا بإبداعاتـه الرياضية وإنما باختراعاته الميكانيكية التي شملت على سبيل المثال لا الحصر:–

- اللولـب الشهـير المعروف باسمـه والذي اخترعـه لغرض رفع المياه مـن مجاريها لري المحاصيل (وقد ذكره المؤرخ الإغريقي ديودورس الصقلي – Diodorus Siculus).
- لولب طويل يستعمل كممر لدفع السفن من مرافئ بنائها إلى البحر (وقد ذكره الكاتب الإغريقي اثينيوس – Athenueus).
- مجموعـة البكرات المركبـة المستعملة لاختزال جهد رفع السفـن (وقد ذكرها الكاتب الاغريقي بلوتارش – Plutarch).
- القبـة الكروية لتشبيه سطحهـا الداخلي بالسماء ونجومهـا (Planetarium)، وقد ذكرها الخطيب الروماني (سيسرو – Cicero).
- المجانيـق؛ وهي القاذفات الدفاعيـة بعيدة المدى التي استُعملت لصـد الرومان، (وقد

(1) Punic War: سلسلـة مـن ثلاث حروب طويلـة دارت رحاها ما بين روما وقرطاج من عـام 264 وحتى عام 146 ق.م. ولعلها كانت أطول حرب خاضها العالم القديم إلى حينها. واشتقت تسميتها من اللاتينية (Punicos) وتعني (قرطاجنه أو قرطاج) وعلى اسمها سمي (ميناء تونس) الحالي في تونس وهم حفدة الفينيقيين سكنه لبنان القدماء. (المترجم).

ذكرها كل مـن المؤرخين الإغريقيين(بوليبيس – Polybius) و (بلوتارش – Plutarch) والمؤرخ الروماني (ليفي – Livy).

• المرايـا العظيمة الحارقة والتـي استعملت لصد الرومان (ويشـك العديد من المختصين بصحة الأسطورة الواردة بشأنها).

لقـد ذُكر الكثير عن (مرايا أرخميدس الحارقـة)... فقد شاع في حوالي عام(313 ق.م). بأنه كان قد صنع نوعا من (أشعة الموت)، التي اعتقد أنها تتكون من مجاميع من المرايا المقعرة التـي كان لهـا قابلية تركيز أشعة الشمس علـى السفن البحرية الرومانية وإضـرام النار فيها. لقد حـاول العديد من المؤرخين والبحاثة اختبار تلك الاسطورة عمليا فقاموا بنصب العديد مـن توليفات المرايـا لغرض تحقيق عملية إحراق شيء ما عند بعد ولكن جميع المؤشرات التي حصلنـا عليها كانت تؤكد فشل مثـل تلك المحاولات. ولكن المحـاولات لم تعرف اليأس، فقد حاول أحد مهندسـي (معهـد ماساجوست للتكنولوجيـا – MIT) وهـو ديفد والاس (David Wallace) التصـدي لإثبـات ما عجز عنه غيره فقـام في عام (2005) بتشجيع تلاميـذه وقيادتهم لبناء نسخـة مماثلة لإحدى سفن الرومان الحربية مـن خشب البلوط وقام بتسليط أشعة الشمس المركزة عليها. لقد عمد ديفيد في محاولته تلك إلى صناعة (127) قطعة من قطع البلاط(الرخام)، بلغت مساحة الواحدة منها (12) مترا مربعا وقام بتغطيتها جميعا بالمرايا العاكسة ثم قام بتسليط أشعة الشمس المركزة بواسطتها على نموذج السفينة آنف الذكر من على بعد بلغ (30) مترا واصطبر الجميع لمدة (10) دقائق قبل أن تندلع النار فعلا فيها.

وأعيـدت محاولـة حرق جسم بحري آخر عـن بعد في عام (1973) من قبـل أحد المهندسين اليونانيـين، الـذي قام بصناعة وترتيب سبعين مرآة عاكسة بلغـت مساحة كل منها (5x3) قدما وجـرب تركيز أشعة الشمس بواسطتها على قـارب للتجديف. نجحت هذه التجربة فسرعان ما شبت النار في القارب بعد وقت قصير. لقد أثبتت التجربتان السابقتان إمكانية إضرام النار عن بعد بجسم بحري خشبي بواسطة المرايا ولكن المؤرخين لا زالوا يجزمون بصعوبة قيام (أرخميدس) بتحقيق مثل ذلك العمل في تلك الحقبة خصوصا إذا كانت سفن الرومان في حركة دائمة.

لقد استُثمرت فكرة حرق جسم ما عن بعد باستعمال المرايا من قبل كاتب القصص القصيرة الشهير (آرثـر كلارك – Arthur Clark) في روايته الخيالية التي صدرت بعنوان (ضربات الشمس: إحدى الحالات البسيطة) والتي يصف فيها غضب جمهور إحدى مباريات كرة القدم المتحمس على حكمها الـذي بالغ في استعمال صلاحياته ظلما ضـد أحد الفريقين الأمر الذي دفعهم إلى استخدام منشورات المبـاراة المطبوعة على الورق الصقيل اللماع (بصـورة جماعية وبزوايا معلومة!) لعكس أشعة الشمس عليه بعد تركيزها، ففعلت فعل مرايا (أرخميدس) سالفة الذكر فحرقته وحولته إلى رماد؟!

ولعـل المبالغة في صدق واستعمال اخـتراع أرخميدس المذكور قد أخلت محلها لاختراع آخر أكثر مصداقيـة وأنجع فعالية، جـاء ذكره مرارا في كتابات المؤرخ (بلوتارش) كأحد الأسلحة الفعالة التي استخدمها الإغريق في دفاعهم ضد غزو الرومان في حدود عام (212 ق.م). والتي أكد يقول فيهـا:

((لقد أثبتت أسلحة أرخميدس بعيدة المدى نجاعتها، فما كاد يأمر بإطلاقها حتى اندفعت صوب قوات المشـاة الرومانية الراجلة كل أنواع المقذوفات من صخور وكرات نارية وأحجار وغيرها فأمطرتهم بما لا قبل لهم بها من لعنات الموت مصحوبة بالرعب المتولد من الضجيج والغبار والجلبة. لقد بلغت اكوام وقوى تدمير تلك الصخور المنهمرة من السماء حدا لم يستطع معها محاربو الرومان صمودا، فمحقتهم عن بكرة أبيهم)).

بلـغ ولع أرخميدس بالرياضيات وتشربه يحبهـا حدا قد يصعب وصفه (بالطبيعي)، فقد ذكر (بلوتارش) بأنه كان على خلدم (أرخميدس) إرغامه على دخول الحمام لانشغاله بها. وحتى وهو هنـاك وخلال تدليـك جسمه وتحميمه بالصابون كان غالبا ما يستمـر برسم الأشكال الهندسية والدوائر بأصبعه على جسمه المغطى به ويسترسل بتفكيره بل وبشروده وانعزاله عما حوله ليكمل رسومه على جسده العاري المغطى بالزيت بعد ذلك وهو كالسائر في منامه أو كالمتيم بغرامه!!.

أمـا أشهـر ما وصلنا من الأساطير التي نُسجت حوله فكانـت تلك المتعلقة بالملك (هيرون – Hieron) والذي أراد التأكد من نزاهة صائغ بلاطه الذي شك بأنه كان قد مزج الفضة بالذهب الخالص المفروض أن يصنع كامل تاجه منه، فما كان من (أرخميدس) إلا أن أجرى تجاربه بغمر التـاج في حوض ماء ليحل الأُحجية، فاستطاع بذلك كشف غش الصائغ الذي كان بالفعل قد

قــام بمزج الفضة بالذهب في صناعته لتاج الملــك. ومن بين الذين انبروا للتحقق من صحة تلك الأسطورة كان المهندس والمعماري الرومــاني (ماركس فتروفيس – Marcus Vitruvius) الذي كتب عن تلك الحادثة في دورية (المعماري – De Architecture) يقـول:

((لقد تشرب (أرخميدس) وانغمس كليا في تلك (المعضلة) فكان شغله الشاغل حلها، حتــى أنه كان دائم التفكير بها في حله وترحاله وفي يقظته ومنامه. وفي أحد الأيام التي (سيق) فيها من قبل خادمه للاستحمام كعادتهما وما كاد يدخل الحوض حتى قفز قفزته الشهيرة فرحا خارجا منه وراكضا بأقصى سرعته إلى داره عاريا وقد أخذته نشوة الفرح بحل قضية تاج الملك الذهبي الممزوج سرا بالفضة. أما صيحته الأكثر إثارة خلال تلك الحادثة (وجدتها!!... وجدتها!!...) فأشهر من أن تذكر)).

لقد كان في دقة ملاحظة (أرخميدس) لكمية الماء الفائضة من الحوض (بعد أن أنزل جسمه فيــه وتأكــده من أن وزنهــا كان مساويا للوزن الذي فقــده جسمه عند انغمــاره به) المفتاح الأساسي الذي ألهمه حل تلك المسألة.

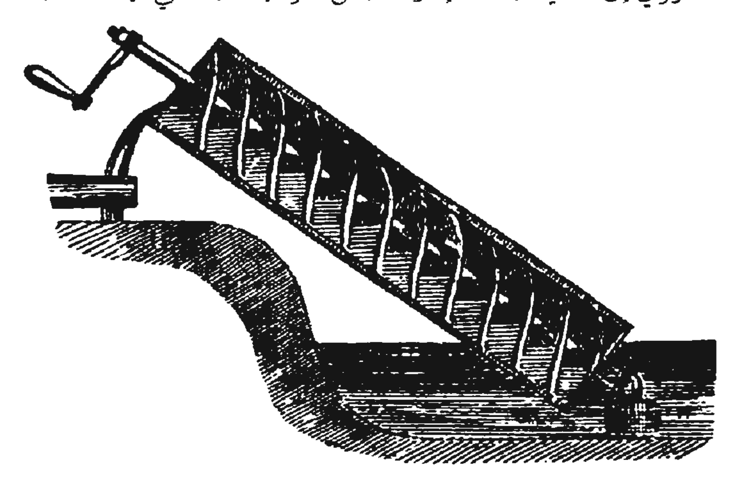
وإذا ما أعدنا تصورنا لتلك الحادثة فسيمكننا أن نتخيل (أرخميدس) وهو بثيابه الإغريقية الأنيقة وشعره الكث (الذي لا تعرف شعرة منه طريقا لمصاحبة زميلاتها أبداً،... علامة الذكاء والتفكير) وهــو يحــاول ويعيد تجربته لاكتشاف حقيقة تاج الملك باستعمال جــردل مناسب مملوء بالماء حتى حافتــه باذلا جهده لجمع مــا يفيض من مائه بكل دقــة واحتراس. وبإعــادة ذات التجربة مرة بعد أخرى باستعمال أوزان متساوية من الذهب تارة ومن الفضة أخرى سنراه يكتشف بأن على مكعب الذهــب أن يكون أصغر حجما (ومــن ثم سيزيح كميةً أقل من الماء) من مكعب الفضة إذا تساوت أوزانهمــا. وبالتحقق من قياس أحجام الماء المزاح من قبل وزني الفضة والذهب المتساويين نجده قد اكتشــف الاختلاف بينهما وبمقارنــة ذلك بما يزيحه تاجين متساويي الــوزن أحدهما مصنوع من الذهب الخالص والثاني من الفضة الخالصة أمكنه التوصل إلى اكتشاف الفرق بين كثافتيهما النسبية الأمر الذي استنتج منه أن تاج الملك لم يكن مصنوعا من الذهب الخالص.

استنتجت أسطورة (أرخميدس) والملك (هيرون) أن كثافة تاجه تراوحت ما بين (10.5 و

19.3 / سم3) وهي كثافة كل من الفضة والذهب على التوالي مما يعني أنه لم يُصنع من الذهب الخالص من قبل صائغ القصر الذي وعد ملكه بذلك... فتم إعدامه.

يميل أكثر الباحثين إلى الاعتقاد بأن الكثير من التهويل والمبالغة كانا قد ألحقا بقصة الذهب والفضة التي نسبت لأرخميدس، وذلك لأنه من غير المرجح أن تكون آلات قياس (أرخميدس) قد بلغت درجة الدقة اللازمة لاكتشاف الفرق الضئيل في كمية الماء المزاح من قبل التاج المصنوع من الذهب الخالص وذاك الذي قد أضيفت بعض الفضة إليه عند صياغته.

هذا على عكس قصة اختراعه للولب المعروف باسمه والتي يمكن اعتبارها معقولة إلى حد ما، حيث نجد أن (فتروفيس – Vitruvius) كان قد كتب وصفا مطولا لطريقتي صناعة وعمل ذلك اللولب في رفع الماء من مجاريه إلى مستوى الأراضي المروية الأعلى نسبيا عنها. يتألف ذلك الاختراع في أبسط صورة له من أسطوانة مغلقة تدور حول محور التفت حوله صفائح حلزونية متصلة بعضها ببعض. تُغمر مؤخرته في مجرى جدول أو بحيرة فيرتفع الماء منزلقا إلى الأعلى من مستوى حلزوني إلى الذي يليه عند إدارة مقبض اللولب المثبت في نهايته العليا.



لولب أرخميدس – (المصدر : موسوعة تشامبر)

(From Chamer's Encyclopedia - Pheladelphia: J.B. Lippincott Company, 1875).

ومن المرجح أن يكون (أرخميدس) قد تمكن أيضا من اختراع (مضخة) لولبية تتألف من جسم أسطواني على شكل المسمار المحوري (البرغي – أو مسمار القلاووظ) بأسلوب مشابه،

تثبت عموديا وتستعمل لتفريغ المياه من قيعان السفن الكبيرة عند تجمعها هناك. ومن المفيد أن نذكر هنا أن (لولب أرخميدس) بالغ القدم لا يزال مستعملا لرفع مياه الري من جداولها وسواقيها في الأماكن والمجتمعات التي لم يصلها نور التكنولوجيا بعد... آخذين بعين الاعتبار نقطتين مهمتين في استخدامه وهما عدم تأثره برفع المياه الموحلة على خلاف المضخات الكهربائية والبترولية المستخدمة في الوقت الحاضر من ناحية، وانعدام تلويثه للبيئة من ناحية ثانية... هذا وقد وجدت النماذج الحديثة من لوالب (أرخميدس) طريقها للتطبيقات العملية في يومنا هذا ونخص بالذكر استعمالها لرفع المياه الثقيلة في منشآت تكرير وتنقية المياه لإعادة استخدامها في الري الزراعي ولاستخراج السماد العضوي عالي الجودة خطير الأهمية.

لقد ساهم عالمنا الجليل كل المساهمة في دراسة الرياضيات والهندسة وتقدمهما عن طريق ابتكار وإثبات العديد من النظريات المتعلقة بالأحجام والمساحات السطحية للأشكال الهندسية، فقد عمد إلى وضع القانون الذي يحكم المساحة السطحية وحجم أي كرة (فاستنتج على سبيل المثال بأن المساحة السطحية للجسم الكروي لابد وان تساوي أربعة أمثال مساحة الدائرة المرسومة داخله إذا تطابق مركزاهما، كما قام بحساب قيمة النسبة الثابتة (π– وهي نسبة محيط أي دائرة إلى قطرها). وناقش وأضاف الكثير إلى فيزياء الأجسام الطافية. ومن الإنصاف أن نذكر أن تجارب **(أرخميدس)** العلمية وأعماله فيما يخص الأجسام الطافية كانت قد شكلت الأسس العلمية الحقيقية لمبادئ علم السوائل المستقرة (Hydrostatics) وهو العلم الذي يبحث كافة حالات السوائل الساكنة وتكيفها وتصرفها مع مختلف الضغوط المسلطة عليها.

درس أرخميدس قيمة النسبة الثابتة (π) عن طريق إدخال وإحاطة مختلف الدوائر بمضلعات متباينة واستنتج بانه كلما زيد عدد أضلاعها كلما زاد اقترابها من ملامسة الحافة الأصلية لمحيطها. واستطاع بتلك الطريقة إيجاد مساحات المضلعات الداخلية والخارجية بدقة الأمر الذي مكنه من التوصل إلى قيمة (π) وحصرها ما بين (...3.142857 و ...3.140845)، أما القيمة المقبولة حسابيا لها اليوم فتبلغ (...3.14159). لقد بلغ شغف أرخميدس بدوائره ومضلعاته مبلغا جعله يعكف على دراستها وزيادتها فبدأ بالمسدس (المضلع ذو الست زوايا)

ولم يتوقف حتى استطاع رسم إحداها بست وتسعين ضلعا!!

تطرقت اهتماماته ودراساته إلى وضع العديد من نظريات العتلات والبكرات، كما حاول ونجح في تفسير لماذا يكون تحريك جسم ما على منصة طويلة صعودا أسهل إذا كانت زاوية ميلانها أقل ولنفس الارتفاع، واكتشف وأثبت أن حجم الكرة الملامسة للجدران الداخلية للأسطوانة التي تحتويها لابد وأن يكون ثلثي حجم الأسطوانة نفسها. وكما ذكرت سابقا فإن (**أرخميدس**) كان قد أوشك على استنباط طرق حساب ودراسة الحساب التفاضلي قبل أن يتوصل إليه (نيوتن) بعده بأكثر من ثمانية قرون، لولا افتقاده للنظم الرياضية الصحيحة والرموز المفهومة لمساعدته في تحقيق أفكاره. وقد بلغ أفق تصوره وذكاؤه مداه حينما توصل في كتابه المسمى(حاصي الرمال – The Sandreckoner) إلى ابتكار نظام إحصاء رياضي مكنه من العد والتعبير عن أرقام فلكية هائلة تقدر بـ (8×10^{63} – ثمان ضرب عشرة مرفوعة للقوة 63) بمفهومنا الحديث. اعتقد أرخميدس (جازما) بأن هذا العدد الذي اقترحه كان كافيا لإحصاء عدد حبات الرمال اللازمة لملء الكون برمته!

لقد ذكرت في كتابي الموسوم (شغفي بالرياضيات) اثنين من أحب الألغاز إلى نفسي والتي تنسب إلى شغف (أرخميدس) بالرياضيات والهندسة. أولاهما سميت (بجعبة أرخميدس) وإليك تاريخ اكتشافها ومحتواها:

عثر أحد مؤرخي الرياضيات في عام (2003) على مخطوطة قديمة كتبت على قطعة من الجلد هي عبارة عن نسخة منسوخة عن إحدى كتابات (أرخميدس) والمساماة (جعبة أرخميدس)، وقد أُعيد تصحيحها واستعيدت كتابتها الناقصة من قبل كهنة أحد الأديرة منذ ما ينيف على الألف عام، وتضمنت أحجية من النوع المسمى (التشكيلات– Combinatorics) وهو أحد فروع الرياضيات الذي يهتم بإيجاد عدد الطرق الممكنة التي يمكن بواسطتها حل إحدى المسائل بصورة صحيحة. وقد كان الهدف من (جعبة أرخميدس) هو تحديد عدد الحلول الصحيحة أو التشكيلات والتي يمكن لأحجية متكونة من أربع عشرة قطعة هندسية مسطحة أن تُصّف لتكون شكلا مربعا. وجد المهتمون بمثل هذه المسائل في عام (2003) الحل وكان بإمكانية ترتيبها بنحو (17،152) تشكيلة مختلفة.

عمد قساوسة المسيحية في القرن الثالث عشر إلى تمزيق (النسخة الأصلية) لمخطوطة

أرخميدس وغسلها، ثم توزيعها عشوائيا على قطعة من الجلد، ثم ألصقوا عليها كتابات دينية بحيث أصبح من المستحيل رؤية أو التعرف على (جعبة أرخميدس) بالعين المجردة. واستوجب التعرف عليها وتقييم بعض ما فيها من نفائس الرياضيات، استعمال العديد من طرق وأساليب الكشف الحديثة كالأشعة ما فوق البنفسجية لتصويرها واستعمال الحاسوب لإعادة تشكيلها رقمياً. وفي عام(2006) عمد بعض المختصين من جامعة ستانفورد (Stanford) الأمريكية إلى اللجوء إلى معجل الجامعة الخطي من أجل تسليط حزم مكثفة من الأشعة السينية القوية منه على بعض أجزائها لغرض تحفيز ذرات الحديد الموجودة في تركيب الأحبار التي استخدمها (أرخميدس) لكتابة تلك المخطوطة وجعلها في حالة توهج (فلورة – Fluorescence)، كل ذلك علّهم يتوصلون إلى حقيقة فهم ما خُفي عنهم من بعض كلماتها.

لقد تعمق العلماء واستفاضوا بدراسة (المنسوخة) كذلك واكتشفوا احتواءها على سبعة من نصوص أرخميدس المنطقية بما في ذلك نص (الطريق إلى نظريات الميكانيك) والتي بحث عنها المهتمون بها، فقط بعد أن علموا بوجودها من دراسة النسخة الواصلة إليهم عن (منسوخة أرخميدس) نفسها، كما لك أن تتصور كم كانت دهشتهم عظيمة عندما اكتشفوا ولأول مرة، وباستعمال ذات أسلوب (معجل ستانفورد الخطي) احتواء النسخة الاصلية على نص ثان بعنوان (حول الأجسام الطافية) وقد كتب بالإغريقية القديمة والذي لم يأت أي ذكر له في أي من (المنسوخات) السالفة.

أما الأحجية اللطيفة الثانية والتي تنسب إليه أيضا فهي تلك المسماة (بإشكالية قطيع أرخميدس)!! وقد جاء ملخصها كما يلي:

> **((أيها الغريب...!! أيها الغريب الكريم...!! هلا أعنتني على إحصاء عدد رؤوس ماشيتي... (قطيع الشمس) والذي كان يرعى هناك يوما في مروج جزيرة (ترينا سيان – Thrinacian) في مقاطعة صقلية (Sicily). يتألف مجموع ماشيتي من أربعة قطعان كل قطيع بلون مختلف – الأبيض الحليبي والأسود الداكن والأصفر الفاقع والمبقّع الزاهي. بلغ عدد ثيراني البيضاء (1/3 + 1/2) ثيراني السوداء مضافا إليها ما يساوي كامل ثروتي من ثيراني الصفراء. وبلغ عدد ثيراني السوداء (1/5 + 1/4) ثيراني المبقعة، مضافا إليها**

ما يساوي كامل ثروتي من ثيراني الصفراء. وبلغ عدد ثيراني المبقعة (1/7 + 1/6) ثيراني البيضاء مضافا إليها ما يساوي كامل ثروتي من ثيراني الصفراء. وبلغ عدد بقراتي البيضاء (1/3 + 1/4) كامل عدد قطيعي الأسود. وبلغ عدد بقراتي السوداء (1/5 + 1/4) كامل عدد قطيعي المبقع. وبلغ عدد بقراتي المبقعة (1/6 + 1/5) كامل عدد قطيعي الأصفر. وبلغ عدد بقراتي الصفراء (1/7 + 1/6) كامل عدد قطيعي الأبيض.

عساك تتمكن أيها الغريب أن تحصي لي عدد رؤوس ماشيتي (قطيع الشمس) وتخبرني كم بلغ عدد قطيعي من ثيران وكم بلغ من أبقار وكم بلغ عددهما من كل لون.

سأشكرك أيها الغريب وسأدعو لك، ولن يعتبرك أحد مقصرا في علم الأرقام ولا غير حاذق في حسابها، ولكنك لن تعتبر حكيما ولا من منزلة العقلاء حتى تعلم شروطي التي آنست تعليمها لقطعان ماشيتي الأربعة:

[يرعى الثيران البيض سوية مع الثيران السود في صفوف بلغ عدد الرؤوس في كل صف منها عدد الصفوف ذاتها وتساوي عدد الرؤوس في كل صف وقد آنس جزء قطيعي هذا توليف شكل المربع الكامل في رعيه دوما. ويرعى الثيران الصفر سوية مع الثيران المبقعة، وآنس جزء قطيعي هذا على الاصطفاف كثور واحد في الصف الأول واثنان في الثاني وهكذا حتى يشكلون شكل المثلث الكامل]. والآن أيها الغريب الكريم إن استطعت أن تحصي لي رؤوس ماشيتي، وتجمع كل شروطي التي طلبتها منك في ذهنك وتطبقها في حسابك فإنك ستغادر أرضي وحقلي مباركا بالمجد محفوفا بالاحترام وأعلم حينها أنك ستكون من بين القلائل السعداء من بني البشر الذين يتمتعون بأفضال الحكمة ويرفلون بوارف السؤدد)).

ملاحظة: [الجواب الكامل الصحيح للمسألة هو (7.76 مضروبا بـ 10 مرفوعة إلى الأس 206544) رأساً.]

لم يتمكن أحد من مجاراة أرخميدس في تحدية ولم يستطع أحد مجاراة صعوبة حساب تلك المسألة وإيجاد حلها حتى حوالي عام (1880). إن أول محاولة حساب دقيقة لهذه المسألة كان قد جرى في عام (1965) من قبل كل من (هوغ س. وليامز – Hugh C. Williams)

و (ر. أ. جرمن – R. A. German) و (س. روبرت زارنك – C. Robert Zarnke) وذلك باستعمال حاسبه آي. بي. أم (IBM) من طراز (7040).

لست على علم – والحق يقال – بأي مسألة حسابية (غير هذه التي ذكرت)، قد استغرق حلها ما يقارب الاثنين وعشرين قرنا من الزمان، لكن من الجدير بالذكر الإشارة هنا إلى أن هناك روايتين لتلك المسألة على الأقل تُنسبان إلى أرخميدس، والرواية آنفة الذكر هي أعقد الاثنتين. ولا يشك أحد بإخفاق (أرخميدس) نفسه بحل مسألته بروايتها المعقدة تلك. ولقد ذكر الكاتب (هنرييخ دوري – Heinrich Dorrie) أسماء أربعة من الرواد الذين اعتقدوا باحتمال خطأ نسبة رواية المسألة السابقة إلى (أرخميدس)، إلا أنه ذكر – كذلك – أسماء أربعة من الرواد الآخرين الذين اعتقدوا بصحة نسبتها إليه.

تأخرت الإشارة والاستفادة من اكتشافات أرخميدس الرياضية ولم يمط اللثام عن أهميتها البالغة في إمكانية التأثير على مجرى حياة البشر إلا قرابة القرن الثامن الميلادي، حينما وصلت تلك الأعمال إلى أيدي وعقول العرب الذين عملوا على إذكاء روح الحياة فيها وبعثها من جديد. وبلغت تلك الأعمال أوج مجدها وعزها في القرن السادس عشر الميلادي (1500s) حينما انتشرت على نطاق العالم القديم آنذاك وألقت بظلال تأثيرها على أعمال الكثير من العظام أمثال (كبلر) و(غاليليو).

لم يغفل (غاليليو) ذكر اسم (أرخميدس) في الإشارة إلى اقتباسه منه في كتاباته واكتشافاته، وشابهت طرق إيجاد المساحات التي ابتكرها (كبلر) تلك التي سبقه (أرخميدس) في التوصل إليها ولا سيما إيجاد مساحة الدائرة والقيمة المقربة للنسبة الثابتة (π).

وفي ختام تصفحنا لتاريخ حياة (أرخميدس) الحافلة، وأعماله واختراعاته الباهرة، وبالنظر لكونه رائدا علما من عمالقة علم الرياضيات ومبدعيه فقد ارتأيت إيراد كشف ملخص لتاريخ علم الرياضيات الطبيعي الذي كان قد تطور تطورا عظيما لاشك فيه منذ أيامه وحتى الآن، فلقد نما وتضخم الكيان الرياضي عبر الزمن رغم وجود التباين الواضح في الأرضيات التي ترعرع فيها. يذكر التاريخ لأوربا خلال القرن السادس عشر (1500s) تأخرها البيّن في هذا الموضوع مقارنة بما توصل إليه الإغريق فيه، خلال الحقبة التي عاشها (أرخميدس). ولكن الطفرة التي

شهدتهــا البشرية منذ ذاك التاريــخ كانت عظيمة، يمكننا إدراكها إذا تابعنا خطها البياني إلى اليوم حيث يتم إثبات صحة بضعة مئات الآلاف من النظريات الرياضية في الوقت الحاضر سنويا.

وعلــى سبيل المقارنة ولإدراك التطور الفعلي للموضــوع اليوم وما نتوقعه له في المستقبل، يمكننا مقارنة الموضــوع وإلى حد أوائل وأواسط القرن العشرين (1900s) بالبحيرة الضحلة التــي يمكن خوضها مــن قبل شخص واحد، فقــد كان بإمكان أحد عباقرتهــا الإلمام بكامل مــا تعرفه البشرية عنها. أما اليوم ونحن على أعتاب القــرن الواحد والعشرين (2000s) فإن ميــاه (بحيرة) الرياضيات قد فاضت، وأعماقها قد غارت فلم يعد بإمكان عباقرتها اليوم إلا الإلمــام باللمم من خفايا بحرها المتسع!! ولكُلِّنــا الحق في التأمل والتفكير بمصيرها والتساؤل عن مستقبلها الذي ينبئ بزيادة تعمق اختصاصيها بأجزاء أدق وأدق منها،... فما الذي تــراه سيحــدث عندما يبلغ مقدار علم أحدهم ذروته في نقطة منها لا تكاد تُرى؟!

مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Clagett, Marshall. "Archimedes." in *Dictionary of Scientific Biography*. Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

Dörrie, Heinrich. *100 Great Problems of Elementary Mathematics: Their History and Solution* (New York: Dover, 1965).

Heath, Thomas (translator). *The Works of Archimedes* (New York: Dover, 2002).

Holden, Constance, "Death-Ray Test," *Science* 310(5747): 435.

Kolta, Gina, "In Archimedes' Puzzle, a New Eureka Moment," *New York Times*, 153(52,697): 1, December 14, 2003.

Pickover, Clifford, *A Passion for Mathematics* (New York: Wiley, 2005).

Rorres, Chris, "The Turn of the Screw: Optimal Design of an Archimedes Screw," *American Society of Civil Engineers Journal of Hydraulic Engineering* 126: 72–80, January 2000; available on the Web from the author at www.mcs.drexel.edu/~crorres/ screw/screw.pdf.

Simmons, John, *The Scientific 100: A Ranking of the Most Influential Scientists, Past and Present* (New York: Citadel Press, 1996).

Stein, Sherman, *Archimedes: What Did He Do Besides Cry Eureka?* (Washington, D.C.: Mathematical Association of America, 1999).

آراء فلسفية وأفكار للمناقشة:

تعتبر الصــلة (صلة القوانين بعضها ببعض... وجســور ربط الجديد منها بالقديم) سُدى نسيج الفيزياء

وحمته. يتمتع اختصاصـي الفيزياء النظرية باكتشـافها ويفرح المجربون بتجربتها واختبار مصـداقيتها وقوتها... وفي النهاية يَلُف هذا النسـيج كل العلوم بشرنقة بديعة الصنع ليخرجها من عندها أبهى طلعة، وأجمـل شـكلا، وأقدر على تغيير مفهومنا وطبيعـة تفكيرنا عن الكون من حولنـا وموقعنا فيه. ما أحلى الصلات والجسور التي تبنيها الرياضيات ما بين العلوم وما أمتع أن نكتشف الكثير منها.

كراوس

Lawrence Krauss، Fear of Physics

مقتبس من كتابه (الخوف من الفيزياء).

أسـتطيع تفسـير مبدأ أرخميدس في الطفو وفهمه على أسـاس النظرية الحركية، والتي تنص على أن: لجزيئات أي سـائل ضـغطها الخاص الذي تسـلطه بعضها على بعض والذي يتناسـب مع العمق، فإذا ما غمرنا أي جسـم في سـائل فإنه سيكون تحت تأثير نفس الضغط السـابق والناتج عن تصادم الجزيئات مع السـطح الخارجي له. وإذا ما اكتمل انغمار هذا الجسـم تماما فمن الطبيعي أن تكون قوة تصادم جزيئات السـائل المحيط بسـطحه أعظم قوة عليه في أسـفله مما هي عليه في جزئه الأعلى. وهكذا أفسر منشأ قوة الطفو التي تدفع كافة الأجسام المغمورة إلى الأعلى.

تريفل

James S. Trefil، The Natural Science، An A-Z Guide

to the laws and principles Governing our Universe

مقتبس من كتابه (المرشد الأبجدي للقوانين والمبادئ التي تحكم الكون).

لا غرابـة في رفضـ أغلب البحـوث التي تقدم للنشر في دوريات الفيزياء لا بسـبب اسـتحالة فهمها وتفسيرها، بل على العكس لأنها مفهومة واضحة، أتعلم ما هي طبيعة البحوث التي تنشر فيها؟! إنها تنشر فقط البحوث التي لا يتمكن محرروها من فهمها!!.

دايسون

Freeman Dyson، Innovation in physics

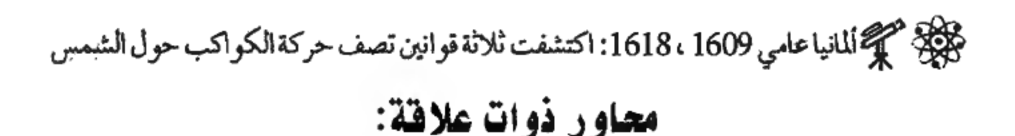
مقتبس من كتابه (الإبداع في الفيزياء)

تنطبق قوانين الحركة التي اكتشفها (إسحاق نيوتن) على الكواكب المنطلقة في الفضاء حول شموسها بنفس السلاسة التي تفسر فيها رشاقة سقوط تفاحة حمراء لذيذة من شجرتها على رأسك، الأمر الذي يدفعنا إلى الاستنتاج بأن قوانين الأرض والسماء لابد وأن تكون واحدة. مرت على (نيوتن) وزملائه مائتا سنة حتى جاء ميشيل فراداي (Michael Faraday) وجيمس كلارك مكسويل (James Clark Maxwell) وأثبتا بأن: في إمكان التيار الكهربائي المار بسلك توليد حقل مغناطيسي حوله، كما بإمكان المغانيط المتحركة على طول سلكٍ توليد تيار كهربائي فيه، أي أن كلتا القوتين ما هما إلا وجهان لعملة واحدة، متعلقة الواحدة بالأخرى وتنسب كل واحدة إلى أختها تماما كعلاقة لمسة (ميداس)[1] بتكوين الذهب، وعلاقة القيثارة بأنغامها.

(1) Midas: طفل نشأ في مدينة ماسادوينا (Macedenia) وتبناه ملك وأصبح ملكا بعد أبيه أيضا. يقال إن أمه كانت آلهة وأعطته لمسة سحرية استطاع بها تحويل كل شيء إلى ذهب. وصارت تلك النعمة نقمة عليه حينما حول ابنته إلى تمثال من ذهب حينما لمسها، وطعامه وفاكهته حين حملها!! واشتهر كذلك بحدائقه الغناء المليئة بأكبر وأجود أنواع الزهور العبقة، والفاكهة اليانعة التي لم يتمكن حتى من تذوقها... (المترجم).

قوانين كبلر لحركة الكواكب

KEPLER'S LAWS OF PLANETARY MOTION



ألمانيا عامي 1609، 1618: اكتشفت ثلاثة قوانين تصف حركة الكواكب حول الشمس

محاور ذوات علاقة:

قوانين اسحاق نيوتن (ISSAC NEWTON'S LAWS)، ونظرية اينشتين العامة في النسبية (EINSTEIN'S GENERAL THEORY OF RELETIVITY)، وأعمال اقليدس [THE WORKS OF EUCLID] وغاليليو غاليلي وتايكو براه [GALILEO GALILEI AND TYCHO BRAHE].

من أحداث عام (1609):

- اكتشف الرحالة الأمريكي هنري هدسن (Henry Hudson) الخليج الذي عرف لاحقاً باسمه.
- شحنت الشركة الألمانية - الهندية الشرقية ولأول مرة الشاي من الصين إلى أوربا.
- قدم غاليليو أول عروض تلسكوباته أمام حكام ولاية فينثيان(Venetion).

نصوص القوانين وشرحها

اكتشف الفلكي الألماني (يوهانز كبلر) القوانين التي تحكم الحركة الإهليجية لدوران الكواكب في الفضاء حول الشمس مستفيدا من الحسابات التي سبقه إليها الفلكي الدنماركي [تايكو براه Tycho Brahe (1546 -1601)] وكان (براه) قد توصل إلى جمع كافة معلوماته وأجرى كل قياساته لدراسة السماء باستعمال العين المجردة لاغير! إذ إن التلكسوب لم يكن قد اخترع بعد! لم يكن ما أقحم (كبلر) نفسه فيه سهلا أبدا، فمن أجل أن يتوصل إلى قوانينه، كان عليه أن يخطو خطوة لم تكن (بالممكنة أبدا) لغيره، وتلك هي رفضه (للدوائر المثالية) التي كان من المعتقد وإلى حد ذلك الزمان أنها تمثل الكون بأشمله فضلا عن كونها الأشكال المثالية لتفسير حركة الكواكب في مداراتها.

لم يكــن لديه أي أساس أو إثبات نظري لما ذهب إليــه أول مرة ولم يسعفه في طفرته الجريئة تلك سوى النتائج الفعلية للقياسات التجريبية لتلك المدارات. مرت الأيام ودارت السنون ولم يأت (نيوتن) ليثبت صحة ما ذهب إليه (كبلر) ويفسره علميا بأنه النتيجة المباشرة لفعل جاذبية الشمس على مدارات حركة الكواكب حولها إلا بعد ما ينيف عن الخمسين عاما.

قانون كبلر الأول:

(قانون المدارات، 1609)

وينص على أن **حركة كافة الكواكب في نظامنا الشمسي تتم بمدارات إهليجية والشمس في بؤرتها.**

يعبر عن هذا القانون رياضيا كما يلي:

$$R_{aphelion} = a\,(1 + e)، R_{perihelion} = a\,(1 - e)$$

حيــث تمثل $R_{aphelion}$: المسافــة الفاصلة بين الشمس وأبعد نقطة يمكن أن يصلها الكوكب المعني في مداره الإهليجي حولها.

وتمثــل $R_{perihelion}$: المسافــة الفاصلة بين الشمس وأقرب نقطة يمكــن أن يصلها الكوكب المعني في مداره الإهليجي حولها.

ويمثــل a: المسافة الفاصلة بين بورة المدار الإهليجــي وأبعد نقطة يمكن أن يصلها الجرم في مداره (وتساوي نصف المسافة التي يمثلها طول المحور الكامل المار في بؤرة الإهليج وطرفاه يمسان أبعد نقطتين على مداره).

وتمثــل e: مقدار زيغ المدار الإهليجي (Eccentricity) ويُعرف الزيغ: بأنه مقدار مسافة الاستطالة الزائدة للإهليج مقارنة بالدائرة – علما أن مقدار زيغ أي دائرة يبلغ صفرا دائما.

تبلغ قيمة e لمدار بلوتو المعروف بالكوكب القزم ($e = 0.25$)، ولمدار الزهرة ($e = .0068$) ممــا يعني أن مدارهما هو أقرب شكلا لمــدار دائري. أما مدار الأرض حول الشمس فله قيمة مقدارهــا ($e = 0.017$). ويمكــن تفسير طبيعة المــدار الاهليجي لــدوران الكواكب حول

الشمس اليوم بالاستناد إلى مبدأ التربيع العكسي الذي يتضمنه قانون نيوتن للجذب العام. ومن الجدير بالإشارة هنا إلى أن (مركز) الشمس هو ما يمثل البؤرة الأولى لمدار أي كوكب حولها... ولا يوجد أي جسم آخر يمثل بؤرته الثانية.

بالإمكان التعبير عن (قانون كبلر الأول) بدلا له ثابت الجاذبية الأرضية (G) ويساوي ($G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$) وكتلة الشمس (M) وتساوي ($M = 1.9891 \times 10^{30}\ kg$)[1]

$$r = \frac{l^2/GM}{1 + e\cos\theta}$$

حيث تمثل e: مقدار زيغ المدار الاهليجي كما سبق (eccentricity).

و l: مقدار الزخم الزاوي النوعي للجرم

(ويعني الزخم الزاوي لوحدة كتلته – ويزداد الزخم الزاوي لجسم دوار مع زيادة إزاحته الزاوية).

و r: حد متغير يساوي المسافة الفاصلة بين الكوكب وبورة مداره الاهليجي حول الشمس ويقع بالقرب من مركزها.

و Q: مقدار الزاوية ولها مجال حركة يبلغ (0–360) درجة.

في عام (1610) وبعد سنة واحدة فقط من نشر (**كبلر**) لقانونه الأول، اكتشف غاليليو بضعة أقمار تدور حول كوكب المشتري، طابقت جميعا توقعات ذلك القانون في مسارها الاهليجي حول ذلك الكوكب. وبعد سبع وسبعين سنة من ذلك التاريخ أي في عام (1687) استطاع (**نيوتن**) أن يثبت أن على أي جسم يدور ضمن مدار أي جسم آخر (كالشمس التي تجذبه بقوة تتناسب عكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما) لابد له أن يتبع مسارا يمكن وصفه بقطع مخروطي(أي أن يتخذ الشكل الاهليجي(Elliptical) أو القطع الناقص (Parabolic) أو القطع الناقص الفائق (Hyperparabolic).

(1) تبلغ كتلة الشمس حوالي 332،900 مرة بقدر كتلة الأرض (المترجم).

ومن الممكن جدا أن يكتسب أحد المذنبات السريعة جداً أثناء دخوله في مدار حول الشمس (علـى كمية كافية من الطاقة الحركية) بحيث يتخذ له شكل مدار (القطع الناقص) أو (القطع الناقص الفائق) ويغادر نظامنا الشمسي إلى غير رجعة بعد ذلك. وبناء على ذلك بإمكانك تخيل مصير الأرض المماثل (لا سمح الله)، إذا ما زادت سرعة دورانها بمعامل صغير قدرة 1.4 من سرعتها الحالية والذي سيجعلها تغير شكل مدارها إلى شكل (القطع الناقص) فتغادر بدورها النظام الشمسي منطلقة إلى أعماق الكون بلا رجعة كذلك!!.

قانون كبلر الثاني:

(قانون المساحات المتساوية، 1618)

وينص على **أن الخط الوهمي الواصل بين الشمس وأي من كواكبها لابد وأن يمسح عين المساحة خلال ذات الفترة الزمنية.**

لاحظ (كبلر) أن حركة الكواكب في دورانها حول الشمس تكون أسرع إذا كان الكوكب قريبا منها وبطيئا إذا كان بعيدا عنها، فإذا كان بعيدا عنها فإن المسافة التي سيقطعها من مداره خلال فترة زمنية معينة ستكون قصيرة بالمقارنة مع كوكب آخر يدور قريبا منها خلال ذات الفترة. وبصورة عامة فإن سرعة دوران أي جرم حول الشمس ستزداد باقترابه منها وتقل بابتعاده عنها.

ولإيضاح ما سبق بخصوص تساوي المساحات، دعنا نتصور الأرض وهي تنتقل في مدارها حول الشمس من النقطة (أ) إلى النقطة(ب) خلال يوم واحد مثلا وهما نقطتان عشوائيتان، ثم دعنا نرسم (أو نتصور) الخط الواصل بين النقطة (أ) والشمس ونتصور الخط الواصل بين النقطة (ب) والشمس. ففي هذه الحالة بإمكاننا تصور القطاع الاهليجي الخيالي الذي افترضناه (ويمكن تشبيهه مجازا بقطعة مثلثة اجتزئت من فطيرة أو بيتزا). إن مساحة القطاعات المفترضة في مسيرة الأرض حول الشمس ستكون متساوية كل يوم. ومن السهل

علينـا تصور ضـرورة تغيير أي كوكب لسرعته عند اقتراب مـداره من الشمس للحفاظ على مساحة المنطقة المعلومة ثابتة خلال وحدة الزمن التي ارتأيناها.

فهـم (نيوتن) قانون كبلر الثاني كمـا فهم الأول وفسره كنتيجة طبيعية لقانون حفظ الزخم الزاوي.

لقد اكتفى (كبلر) بقانونيه الأول والثاني ولم يعد بحاجة إلى استخدام الأشكال الهندسية الأكثر تعقيدا لتفسير طبيعة وأشكال مدارات الكواكب ومساراتها كالأشكال المسماة (بالإسقاطات الدائريـة)[1] والتي كـثر استخدامها من قبـل الفلكيين قبـل (كبلر). تمتاز المـدارات الكوكبية (الكبلرية) والمواقع الناتجة عنها بسهولة حسابها وبمطابقتها بدقة للمشاهدات الفلكية.

قانون كبلر الثالث:

(قانون دورات الكواكب الزمنية، 1618)

وينص على تناسـب مربع زمن دورة أي كوكب حول الشمس مع الأُس التكعيبي للمسافة الفاصلة بين مركز مداره الاهليجي وأبعد نقطة يصلها فيه.

وقـد يطلق على هـذا القانون أحيانا اسم (قانـون التناغم). ويعبر عن (قانـون كبلر الثالث) رياضيا اليوم بالمعادلة التالية والتي تكتسب شكلها وأهميتها من (قانون نيوتن في الجذب العام):

$$T^2 = \left[\frac{4\pi^2}{G(M+m)}\right]a^3$$

حيـث يمثـل T: الوقـت الـلازم لإكمـال دورة كاملة في المـدار (وقد تسمـى بالوتيرة – Period).

و a: المسافة الفاصلة بين مركز المدار الاهليجي وأبعد نقطة يصلها أي جسم في مداره.

و G: ثابت الجذب.

(1) Epicycloid: أو الإسقـاط الدائـري هو الشـكل الهندسي الناتج من حركة نقطة ثابتة على محيـط دائرة تدور (بثبات) حول محيط دائرة أخرى. (المترجم).

و M: كتلة الشمس

و m: كتلة الكوكب

وعلى سبيل المثال وما يقره الواقع فإن قيمة كتلة أي من الكواكب الدائرة حول الشمس نسبة إلى كتلة الشمس ذاتها تكاد تكون كمية تافهة جدا لا ضير من إهمالها في أي حسابات عملية، وعليه يمكن اعتبار مجمل القيمة المحصورة بين ضفرين كمية ثابتة للشمس بحيث تختزل الكمية T^2/a^3 إلى كمية ثابتة بذات القيمة لكافة كواكب مجموعتنا الشمسية وتبلغ (3.00 مضروبا في 10 مرفوعة إلى الأس السالب 19). ولا ضير من التأكيد والإشارة إلى أن قيمة (a) لم يكن لها حاجة ولا وجود أصلا حينما صاغ (كبلر) قوانينه.

وبعبارة أشمل فقد وجد كبلر أن مربع (سنة) أي كوكب لابد وأن تساوي مضاعفا صحيحا لمكعب المسافة التي تفصله عن الشمس. وعليه لابد أن (تطول) سنة الكواكب البعيدة عن الشمس و (تقصر) سنة الكواكب القريبة منها، فعلى سبيل المثال تبلغ سنة الكوكب القزم (بلوتو) أبعد أفراد مجموعتنا الشمسية ما مقداره (90،410) يوما أرضيا، أي ما يعادل (247) سنة أرضية وثمانية أشهر على حين تبلغ سنة عطارد أقرب كواكب مجموعتنا الشمسية إليها ما لا يزيد عن (88) يوماً أرضياً.

قوانين كبلر (نظرة عامة):

لقد كان لقوانين (كبلر) الكثير من التطبيقات العملية العامة إضافة إلى أصل اشتقاقها لغرض تفسير حركة الكواكب حول الشمس. فلقد استفاد منها (نيوتن) كل الاستفادة لغرض إنجاز قوانينه في الحركة وفي الجذب العام والتي حوت اعتمادا ضمنيا بينا عليها. كما تنطبق توقعاتها على الأقمار الصناعية كالتي دأبت ناسا (NASA) على إطلاقها إلى الفضاء. وفي مثل هذه الحالات تحل الأرض محل الشمس كالجسم أو الكتلة المركزية التي تدور حولها الأقمار الصناعية في مداراتها. ومن نافلة القول أن نذكر أن على القمر أن يكون على بعد كاف يحرره من خطر الانزلاق إلى داخل المدار نتيجة تأثير الجاذبية العمودية عليه، وبناء على

ذلـك يتحتم عليـه البقاء في مداره وإلا تحولت طاقته الحركيـة باحتكاكه بالغلاف الجوي إلى طاقة حرارية أدت إلى احتراقه وتدميره.

لـن نظلم (كبلر) ولا قوانينه إن انتقدناها بقلـة الدقة فلا يرتقي أي منها إلى دقة وصف حركة الكواكب ولا أقمارها في مداراتها حول الشمس لسبب بسيط هو إغفالها (أو إهمالها) أي تأثير لأي نوع من أي جاذبية أخرى قد تؤثر عليها (كتأثير جاذبية الكواكب بعضها على بعض مثلا).

يتأثـر القمـر في مداره حول الأرض لا بالأرض فقط، وإنما بالشمس أيضـا. وقد يُغفل تأثير الكواكـب بعضها على بعض للأغراض العملية عمدا وذلك لضخامة جاذبية الشمس وكتلتها نسبة للكواكب التي تدور حولها، ولكننا عند دراستنا بدقة للعديد من النظم الأخرى كالمدارات التي تشكلها شمسان في نظام شمسي (ثنائي) مثلا، لابد لنا أن نأخذ كتلتيهما بنظر الاعتبار.

افترض (كبلر) في كافة تصوراته وحساباته وجود شمس ثابتة تدور كواكبنا جميعها حولها ولكـن الحقيقة والواقع قد أثبتا غير ذلك، فكلا الشمسـ وأي من كواكبها لابد وأن يدوران حول نقطة مركز كتلة (الاثنين) معا والتي بالضرورة لا يجب أن تكون في مركز الشمس ذاتها فقـط، وعليـه كان لزاما على العلماء والفلكيين – وقد قاموا بذلـك فعلا – أن يدخلوا بعض التعديلات على (قانون كبلر الثالث) لجعله أكثر دقة ومقاربة للواقع.

لا يجـب علينا وفي أي حـال من الأحوال إغفال فضل (كبلـر) في استنباطه لقوانينه والتي تعتبر من بواكير القوانين العلمية المهمة التي تفخر البشرية بحيازتها، أضف إلى ذلك أن الصياغة الدقيقة لها كانت الحافز المؤثر والقوة الدافعة لبعث الشعور العارم وإذكاء القابليات الفذة لتفسير التصرف (الواقعي) للحقيقة عن طريق استعمال قوانين محكمة غاية في الدقة والاختصار.

تعتبر قوانين كبلر – يشاركها في ذلك قانون نيوتن في الجذب العام – الأسس الحقيقية بلا منازع لميكانيـكا علم الفضاء والنجوم، على أن لا ننسى في هذا المجال التعديلات الطفيفة التي أدخلها (انشتـين) عليها في ابتكاره لنظريته العامـة في النسبية. آمن (كبلر) ومنذ وقت مبكر بضرورة بل وبإمكانية التعبير عن حركة الكواكب والأجرام السماوية بمعادلات محكمة بسيطة، وبالفعل فقد نجح من خلال إبداعه لقوانينه الثلاث على اختزال آلاف السنين من المشاهدات الفلكية.

للفضوليين فقط:

• لم يعمـد (كبلر) إلى ترقيم قوانينه الثـلاث وإنما كان رجلا شديد الولع بعلم التنجيم إلى الدرجـة التـي دفعته في عام (1604) وهـو العام الذي ظهرت فيـه أول مشاهدة مفاجئة لما يعـرف الآن بالنجم (المنفجر - Nova) إلى التصريح بأن ما تم هو عبارة عن آية من آيات الله (جل وعلا) لتشجيع سكان أمريكا الأصليين على اعتناق المسيحية، وعمل جاهدا على دعوة كافة المذنبين للتوبة.

• يعتـبر الكثيرون (كبلر) الموجد الحقيقي لعلـم البصريات الحديث معتمدين في ادعائهم هذا على حقيقـة اقتراحه للنظرية الشعاعية للضوء والتي فسـرت طبيعة تكوين صور الأشياء على شبكية العين.

• كما يعتبره الكثيرون أيضا أول من فسر حقيقة ضرورة وجود العينين لإدراك البعد الثالث عند النظر.

• كتب قصة بعنوان (الحلم) والتي تعتبر من أقدم نماذج قصص الخيال العلمي.

من أقوال العظماء:

منـذ وقـت طويل وأنا أحلم أن أكون قسيسـا أدعو إلى الله، ولم أعرف طعم السـعادة ولا الاسـتقرار خلال بحثي عن ذاتي بتلك الفكرة. ولكنني توقفت أخيرا وتخليت عنها تماماً ووجدت ضالتي واستقرت مشاعري...

لقد وجدت في علم الفلك ما أبتغيه، ليس الطريق إلى الله وحسـب ولكن الوسـيلة لدعوة الناس إليه أيضا.

كبلر

Johannes Kepler، 1595 letter to German astronomer and mathematician Michael Maestlin

مقتطف من رسالته إلى الفلكي والرياضي الألماني (ميشيل مايستلن).

يُذكـر (كبلر) اليوم لفضـله في وضـع قوانيـنه الثلاث في حركة الكواكب، ولكـن الحق يقال إن ذلك

العمل – على عظمته – يكاد لا يقارن بفضله وجهده في بحثه الأشمل لإثبات تناسق الكون وتناغمه. لقد ترك لنا (كبلر) نظاما (فلكيا) شمسيا موحدا فاق بمئة مرة ما سبقه دقة وثباتا.

Owen Gingerich، (Kepler)، in Dictionery of Scientific Biography

مقتطف مما كتبه (أون كنكريش) عن (كبلر) في معجم سير العلماء الذاتية

لا ينبغي لنا بعد الآن استغراب إمكانيات هذا الكائن البشري المتواضع الذي استطاع، وعن جدارة اكتشاف ما لم يقو الأوائل حتى على إدراكه. فلقد استطاع بفهمه ودقة حساباته التوصل إلى لذة التعرف على الله (عز وجل) وذلك عن طريق إدراك (الرياضيات) وهي الوسيلة التي حكم بواسطتها (تبارك وتعالى) الكون وما فيه.

كبلر

Johannes Kepler، Hermonice mundi (Harmony of the World)، 1619.

مقتطف من كتابه (التناغم في العالم).

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

ولد [يوهانز كبلر (Johannes Kepler (1571–1630)]، الفلكي والكاهن والمنجم الألماني الذي اشتهر بقوانينه التي وصف بها مدار الأرض الإهليجي وغيرها من الكواكب حول الشمس، في مدينة (فيل در ستادت – Weil der Stdt) في ألمانيا، تلك المدينة الساحرة التي أسهب (ماكس كاسبر–Max Caspar) مؤلف كتاب [كبلر– Kepler] في وصف جمالها الأخاذ ومناظرها الخلابة خلال فترة وجود (كبلر) فيها، حين قال:

> ((يا ليتك تشاهد، بدل أن تسمع عن هذه المدينة الفاتنة ذات الشوارع الصغيرة الرشيقة والمنازل الجميلة المميزة بسقوفها المثلثة العالية وأبراجها المدببة الآسرة (والتي أحاطت بسوق المدينة الفسيح النظيف الغني بما لذ وطاب). لقد ارتمت هذه (الأعجوبة) بل هذه (الجوهرة) في أحضان الطبيعة الخلابة، ونامت على أعتاب (الغابة السوداء) مطمئنة ومصانة بسورها المنيع ذي الأبواب المحصنة، محاطة بالحدائق الغناء والمروج الخضراء والحقول النظرة والغابات المثمرة)).

دفع تمسك كبلر الشديد والتزامه (باللوثرية – Lutheranism)[1] ورفضه التحول إلى الكاثوليكية، إلى الانتقال من مكان إلى آخر هربا من الاضطهاد خلال فترة حياته مضحيا بالكثير ومُعرضا نفسه وسلامته للخطر، ووظيفته للضياع.

أظهرت اعترافات (كبلر) المكتوبة أنه كان يعيش ضمن عائلة بسيطة بائسة، فكثيراً ما كان يصف والده هنريخ (بذي الميول الإجرامية) فقد التحق بمعسكرات المرتزقة حينما بلغ كبلر الثالثة من عمره، وفي عام (1588) هجر ولده الصغير إلى غير رجعة تاركا مكان الأب شاغرا في شخصية (كبلر) الصغير وكيانه. أما أمه (كاثارينا –Katharina) فكثير ما كان يصفها بالعصبية وبالعناد وبذات المزاج السيء ولم يظهر أنه كان يكن لها حب الأطفال لأمهاتهم، ولكن الأحداث تخبرنا بأنه كان قد هب حينما احتاجت إليه لنجدتها عندما وصلت إلى مقصلة التعذيب، وخُيّرت ما بين الموت حرقاً وما بين أن يطير رأسها وما بين الاعتراف!!.

لقد اتهمت كاثارينا عام (1617) بممارسة السحر وهي أشنع تهمة يُمكن أن يوصم بها شخص في ذلك الزمان. لم يتخل (كبلر) عنها وأمضى الشهور الطوال وهو يحضر مرافعة الدفاع القانوني عنها، وبعد معاناة طويلة نجح في مسعاه وأُطلق سراح والدته. لم تكن جلسات محاكمة (كاثارينا) بالهينية فقد أَراها ممثل الادعاء الويل حينما شرع بعرضها على العديد من آلات التعذيب الشنيع، وهددها بقسوته في استخدامها وضغط عليها بأسئلته المحرجة محاولا دفعها قسرا للاعتراف بجرمها.

يصف (جيمس ا. كونور – James A. Connor) مؤلف كتاب (ساحرة كبلر) تلك الحقبة الأليمة وما مر به (كبلر) نفسه من حالات نفسية وذهنية عصيبة قائلا:

((بعد الضغط والإجهاد البدنيين، جرّب جلاد (كاثارينا كبلر) أن يدفعها للانهيار النفسي لتعترف؛ فبدأ باستعراض آلات القهر والعذاب أمامها، فهذه المخارز التي تخترق الجلد إلى العمق، وتلك خشبة الشد لفصل الأطراف عن الجسد واحداً بعد الآخر، وهناك أدوات الوشم

---

(1) Lutheranism – نسبة إلى (مارتن لوثر) السياسي الألماني الذي أدت تعاليمه إلى إيجاد المذهب البروتستانتي خلافا للكاثوليكية الرومانية وبذلك قسم المسيحية الغربية إلى قسمين. (المترجم).

الحديدية التي سيحمى عليها في نار العذاب حتى يحمر لونها... مر الوقت بطيئا ثقيلا و(كبلر) يلاحظ كل ذلك ويسجله لاستخدامه في دفاعه، وقد استشاط غضبا لا سبيل إلى تنفيسه فكظمه وتمسك بالصلاة والدعاء عسى أن تنجلي عنه وعن والدته تلك الغمة. لقد مر (كبلر) بتلك المحنة الحقيقية وكان قد بلغ عامه التاسع والأربعين، وقد كان [(مع غاليليو غاليلي) من أعظم فلكيي عصره وأحد أباطرة الرياضيات الذي مكنته عبقريته من حساب المدارات الصحيحة للكواكب والكشف عن خفايا قوانين العدسات للعالم]، ولم يهن أو يستسلم في محاولاته لإيقاف الاستجواب، بل كان عنيدا صلبا بلا هوادة وفي ذلك أثبت أنه (ابن والدته حقاً!)).

تم الإفراج أخيرا عن كاثارينا وانجلت غمتها في عام(1621) ويعود سبب ذلك لدفاع ولدها المستميت عنها، وإصرارها العجيب على عدم الاعتراف رغم ما عانته من ويلات وما رأته من تنكيل تحت طائلة التهديد بالتعذيب المريع.

اعترف (كبلر) بأن طفولته لم تمر بهدوء وسكينة فكثيراً ما كان (يُساء إليه)، فنشأ بشخصية مهزوزة لا ثقة له بنفسه فاعتقد أنه بشع الهيئة، دميم المنظر... وكان قد عانى معظم إن لم نقل كافة إخوانه وأخواته من غياب الأب ومشاكل الأم فلم يسلم أحد منهم من العلل النفسية أو البدنية فأصيب هو بتقوس الساقين (الكساح) وببعض الأمراض الجلدية كالدمامل وعانى من ضعف البصر لبقية حياته.

برزت عبقرية (كبلر) بقابليته الفذة على مقارعة ظروف حياته الصعبة والتغلب عليها منذ نعومة أظفاره، وبرغم الحياة الأسرية السامة التي عاشها فقد استطاع أن يحب المطالعة. درس علم الفلك في جامعة (توبنكن – Tubingen) ولم ينجح بمعدل أقل من الامتياز قط، حتى قُبل في الدراسات العليا وحصل على درجة الماجستير في عام (1591)، وبالنظر لظروف نشأته فقد صمم على دراسة علم اللاهوت[1] والانخراط في سلك الكهنوتية ليصبح قسا في كنيسة، ولكن مدرسيه ورآسة مدرسته في مدينة (كراز – Graz) في النمسا لم يألوا جهدا عن

(1) هو علم دراسة الإلاهيات دراسة منطقية عقلانية وهو الأسلوب الذي اتبعه علماء الدين المسيحيين لفهم الدين ولمقارنته ببقية الأديان والتقاليد الأخرى.
ينقسم علم اللاهوت إلى عدة أقسام وفروع كاللاهوت العقائدي والأدبي والتاريخي والفلسفي والطبيعي وغيرها. (المترجم)

محاولـة ثنيه عن دفن عبقريته وقابلياته في ذاك الطريق العقيم. وأخيرا استطاعوا إقناعه بدراسة الرياضيات وتدريسها في المدرسة اللوثرية[1] العليا الأمر الذي أدى فعلا إلى انتقاله إلى النمسا وحصولـه على منصب الأستاذ لتدريس الرياضيات وأعمال فرجيل[2]، ومن طريف ما يُذكر عنه أنه كان قد اشتغل بالتنجيم وقراءة الطالع ومعرفة المستقبل أثناء فترة بقائه في مدينة (كراز) الأمـر الذي جعله معروفاً بالتنبـؤ حول بعض الأحداث في العديد من المواضيع المختلفة التي تراوحت ما بين التبوء بالطقس إلى استشراف الأحداث السياسية، ولقد ساعده حسن طالعه في ذلك، فصدقت معظم نبوآته الأمر الذي رفع من منزلته ودرجة احترامه لدى السكان!

ألف (كبلر) بعض الكتب التي عكس من خلالها وجهات نظره. فقد ذكر في كتابه الموسوم (القواعد الحقيقية لعلم التنجيم – De Fundamentis Astrologiue Certioribus) والمنشـور في عام (1601) والذي أفصح فيه عـن ميوله المتشككة بعلوم التنجيم التي كانت رائجة في ذلك الزمان قائلا:(لا أعتقد بوجـود أسـاس علمـي حقيقي للتنجيـم وقراءة الطالع فـإني جـازم الاعتقاد بأن للحظ دورا كبيرا في مساعدة كل مـن يمارسه حتى وإن صدق، ولا غرابة في فشل معظمهم في أقوالهم وتوقعاتهم). وفي كتاب آخر بعنوان (التعرف إلى النجوم – Tertius Interveniens) نشـره في نفس العام، أعـرب عن وجهتي نظر متضاربتين حـول الموضوع حين قال: (إن لعلم التنجيم لغرابـة وإن لممارسته لسحر، فلا أعتقد أن على المفكـر الحصيف أن ينفي تماما احتمـال بزوغ الحكمة والذكاء وإحاطة القداسة بعلم التنجيم حتـى وإن ظهر موضـوع مليء بالغموضـ غـارق في الأساطير والخرافـات، فقد تستطيع الدجاجة المجتهدة أن تنقب عن... وتجد حبة الذرة الذهبية داخل أكوام القمامة النتنة).

فسر (كبلـر) خلال حياتــه كلهــا شغفــــه بالعلــم وابتكــاره للأفكــار المبدعة وكامــل

(1) نسبة إلى القس لوثر – راجع الحاشية في الصفحة قبل السابقة.

(2) Publius Vergilius Maro– (70ق.م. – 19ب.م) شاعر روماني كلاسيكي عُد واحدا من أعظم شعراء الأمبراطورية، واعتـبرت (الانيـادة – Aeneid)– التي نظمها – إرثا وطنيا خالدا. بدأ حياته بدراسة الطب والفلك ثم تركهما إلى دراسة الفلسفة وقرضـ الشعر. وفرجيل (في الميثالوجيا الإغريقية) هو اسم الملاك الذي اصطحب الإنسان إلى باطن الأرض ليريه الجحيم وأساليب وطرق تعذيب الكفار فيه. (المترجم).

دوافعـــه بأنهـا نابعــة من رغبتـه الصادقـــة بالتعـرف إلى الله (عز وجـل) من خلال إيمانه بــه، فقد جاء ضمن ما ذكـره في كتابه الموسوم:(الأسرار المقدسة للكــون – The Sacred Mystery of the Cosmos) والمنشور في عام (1596) ما يلي: (كلي اعتقاد بتدخل وساوس الشيطان وتداخلها بأعمالي وذلك لأني بالصدفة، وبالصدفة فقط كنت قد توصلت إلى مـا لم أتمكن من الوصول إليه بالجهد والاجتهـاد المستمرين. كما أعتقد أن نجاحي لم يكن ليتحقق لولا صلواتي المستمرة وابتهالاتي إلى الله (تبارك وتعالى) بأن يمن علي به).

استمـد (كبلـر) معظم تصوراته عـن نظام الكون مـن دراساته المستفيضة للأشـكال الهندسية المجسمـة المتناظـرة في الفراغ. تسمى مثل تلك الأجسام بالبلاتونية (Platonic)[1] والتي سبـق التعـرف عليهـا ووصفهـا من قبل الرياضـي الإغريقـي الفذ [اقليدس – Euclid (325-265 B.C.)][2] والـذي أثبـت أن خمسة منها فقط تتمتع بأسطـح متطابقة هي المكعب والهرم ثلاثي الأوجـه ومجسم المعين ذو ثمـان أوجه والخماسي باثني عشر وجهاً والمجسم بعشرين وجه مثلث. وعلـى الرغم من غرابة ما تبدو عليـه اليوم نظرية (كبلر) ومحاولاته لحساب المسافات الفاصلة بين الشمس وكواكبها،إلا أنه من المناسب أن نذكر أنه حاول التوصل إلى ذلك عن طريق دراسة أحجام وأبعـاد الكرات التـي يمكن إنشاؤها داخل تلك المجسمات آنفـة الذكر، فعمل جاهدا على رسم العديـد من تلك الكرات الواحدة داخل الأخرى كحلقات البصل، فقد تصور ورسم مدار أقرب كواكـب الشمـس إليها، وهو عطارد وهو يـدور في ضمن سطح أقرب كـرة تحيط بالشمس... وهكـذا. ومن الجدير بالذكر أن الكواكب التي كانت مكتشفـة في زمانه لم تتعد عطارد والزهرة والأرض والمريخ والمشتري وزحل، فلم يكن اورانوس ونبتون وبلوتو وأقماره قد اكتشفوا بعد!

(1) Platonic– نسبة إلى الفيلسوف الاغريقي القديم [(بلوتو – أو أبو فراط)– Plotinus (204-270 A.D.)) وهي عبارة عن خمسة أشكال مجسمة بأوجه متطابقة يلتقي نفس العدد منها عند كل رأس ويشتق اسم كل منها من عدد أو جهة وهي 4 و 6 و 8 و12 و 20 على التوالي. لقد سلبت هذه الأشكال ألباب المهتمين بالهندسة لجماليتها وتناظرها. (المترجم).

(2) Euclid– أو اقليدس من الإسكندرية (حـوالي 300 ق.م) رياضي إغريقي عاش فترة حكم بطليموس (323-283 ق.م.) ولقب بأبي الهندسة. ألف كتاب (العناصر)، أشهر كتاب في تاريخ الرياضيات والذي ظل يُدرس منذ تأليفه وحتى نهاية القرن التاسع عشـر وبدايـة القرن العشرين وهو ما سمي بكتاب الهندسة الإقليديـة، وقد بناها على عدد من الفرضيات. له كتب أخرى عديدة في المنطق والمقاطع المخروطية والهندسة الكروية ونظرية الأرقام. (المترجم).

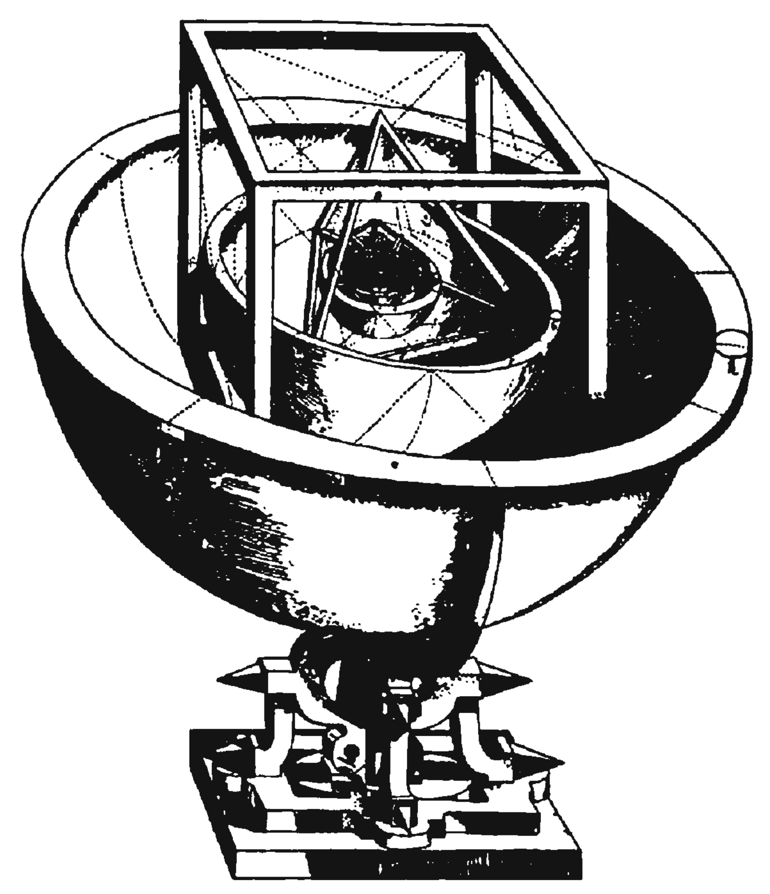
وإليك مختصر لكيفية تفسير (كبلر) لمسار الكواكب في دورانها حول الشمس وفق تصوره لنمـوذج الأجسام البلاتونية المجسمـة وتطبيقاتها على نظامنا الشمسـي كما جاء في كتابه (أسرار بناء الكون – Mysterium Cosmographicum):

((علينا أولا وقبل كل شيء استبعاد كافة الأشكال غير المنتظمة من تصوراتنا وحساباتنا وذلك ببسـاطة لأننا مهتمون بالخلق المنتظم في الكون. فما يتبقى لنا بعد ذلك هي الأشكال المجسـمة الستة المتمثلة بالكرة والمضلعات المجسمة المنتظمة الخمسة الأخرى. تماثل الكرة السماء من فوقنا ويماثل نظامنا الشمسي كامل الكون بأشكاله المجسـمة المنتظمة الست المذكورة، وعليه فلابد لكوننا المنتظم أن يكون قد خُلق على نمط تلك الأشكال، فلا يوجد إلا ست كواكب لا غيرها.

ولإيضاح ذلك فإنني أُقسّم الأشكال المجسمة المنتظمة (عدا الكرة التي بنيت على هيأتها السـماء وانعكس ظلها على الأرض فصارت هي الأخرى كرة على شاكلتها وتدور في مدارها) إلى قسـمين، يقع ضمن الأول (وهو القسـم الأكبر) ثلاثة مجسمات وينضم إلى الثاني (وهو القسـم الأصـغر) مجسمان – يحتوي القسـم الأكبر على المكعب ذي الستة أوجه (الهيكسـاهيدرون – Hexahedron)، والهرم ذي القاعـدة ثلاثي الأوجه (التتراهيدرون – Tetrahedron) والمجسم ذي الاثنى عشر وجها مضلعا خماسيا (الدوديكا هيدرون – Dodecahedron)، ويحتوي القسـم الأصـغر على المعين المجسـم بثماني أوجه مثلثـه (الاوكتاهيـدرون – Octahedron)، والمجسـم ذي العشرين وجها مثلثا (الآكوزا هيدون – Icosahedron)، (انظر الشكل التوضيحي أدناه) وعليه ولاعتبار أهم جزء في الكون وهي الأرض – حيث عكس الإله (سـبحانه) صورته بخلقه الإنسان على شاكلته فيها – فلابد لها أن تكون الفاصل بين المجموعتين من جهة، وأن تتخذ شكل السماوات العُلا أي أن تدور بمدار كرة كالسماء تماما (حيث الإله سـبحانه) وينتج عن ذلك ضرورة تواجد أشكال المجموعة الأولى قبل الأرض، وتواجد أشـكال المجموعـة الثانية بعدهـا وأبعد منها. وبنـاء على ذلك فإني قـد هديت إلى الحل النهائي لمعمار الكون، فمن الأعلى إلى الأسـفل أو من الخارج إلى الداخل ينتظم المكعب

ليمثل زحل، والهرم الثلاثي ليمثل المشتري الذي يليه، ثم المجسم ذي الاثنى عشر وجها والهرم الثلاثي ليمثل المريخ. ثم تأتي الأرض على شاكلة السماء لمدارها الكروي، وإلى الداخل منها الزهرة لتتخذ شكل المجسم ذي العشرين وجها. وأخيرا يأتي الجرم الأقرب إلى الشمس، وهو عطارد بمداره الذي يشبه المعين المجسم بثماني أوجه مثلثة)).

ولغرض توضيح آرائه وإثبات نظريته عمد (كبلر) إلى رسم المخطط، (ووضع المجسم) الذي يُبين الكرات المرسومة داخل الأشكال البلاتونية المجسمة المتدرجة في الصغر.



نموذج يوهانز كبلر البلاتوني المجسم للنظام الشمسي نشر في كتاب أسرار بناء الكون (Mysterium Cosmographicum) المنشور عام (1596)

فبعد السماء الكروية التي تحيط به يأتي المكعب، داخل المكعب كرة يليها الشكل المجسم

التـالي وهو الهرم الثلاثـي تليه كرة أخرى يليها المجسـم ذو (12) وجها المنتظم والذي يمثل الفـراغ بـين المريخ والأرض، ثم يليه ذو (20) وجها الذي يمثـل الفراغ بين الأرض والزهرة وأخيرا يأتي المجسم المنتظم المعين ذو (8) أوجه الذي يحتل الفراغ ما بين الزهرة وعطارد... لقد مثّلت الكرات (لكبلر) الفراغات المنتظمة الفاصلة بين الكواكب.

ولو استثنينا ما توصلنا إليه اليوم من علوم متقدمة في الفلك ولو أجرينا القليل الضئيل من التنازلات المنطقية والرياضية لوجدنا أن نموذج كبلر (الغريب!) سالف الذكر كان قد مثل آنئذ توصيفا مقاربا مقبولا جدا لنظامنا الشمسي آخذين بنظر الاعتبار المعلومات الفلكية المتوفرة في زمنه.

لقـد أتحف (كبلر) عمله ونماذجه بالعديد من القوانين والمعـادلات التي بيّنت علاقة الفترة الزمنية اللازمة لكل كوكب لإكمال دورته حول الشمس (أي لإكمال سنته الكوكبية الخاصة بـه وحسب بُعده عن الشمس)، وقد بين بوضوح أن سنة الكواكب الأبعد عن الشمس لابد وأن تكون أطول من سنة تلك الأكثر قربا منها. لقد أوعز (كبلر) تلك الظاهـرة لضعف (القوة الدافعة الشمسية) كلما ابتعدت الكواكب في مداراتها عنها.

ذكر (اون كنكريش – Owen Gingerich) في معجم سير العلماء الذاتية أهمية الخطوة التي خطاهـا (كبلر) في تقدم الفيزياء والمفارقة التي صاحبت كتابه وذيوع شهرته ما نصه:

> **((لا يشـك أحد اليوم بالأغلاط العلمية البينة التي جاء بها كتاب (كبلر) المعروف باسـم (أسرار بناء الكون)، والذي أمكن اعتباره الكتاب الوحيد الذي تمكن بالرغم من الأخطاء الجسـيمة التي تضـمها، أن يؤثر ويوجه منحى العلم الحديث. كما لا يشك أحد أيضا بأن أهميـة (كبلر) ومنزلته العلمية العالمية اليوم لابد وأن تكون قد نبعت من حقيقة كونه أول من أسس لاستخدام التفسيرات الفيزيائية ووجوب توظيفها لتفسير الظواهر الكونية)).**

وللأحبـاء القراء المهتمين بالاستزادة في معرفة طبيعة الأجسـام (البلاتونية) والتعرف على صفاتها وضعت الجدول رقم (3) والذي يتضمن اسم كل جسم منها وعدد أسطحه وشكلها وعدد الأسطـح المتقابلة بالرؤوس وعدد رؤوسها وعدد أحرفها (حافاتها: والحافة هي الخط المشـترك بين كل سطحين متجاورين فيهـا) و (محتويها) ويعني بذلك الشكل البلاتوني الذي

يمكن أن يُرسم خارجها بتوصيل مراكز أوجهها جميعا مع بعضها.

يعــود تاريخ الأجســام البلاتونية ونسبتهــا إلى أفلاطون الذي وصفهــا في كتابه الجليل الـ (تيمايوس Timaeus)[1]، والمعروف باسم الـ (سركا– Circa)[2] حوالي سنة 350 ق.م

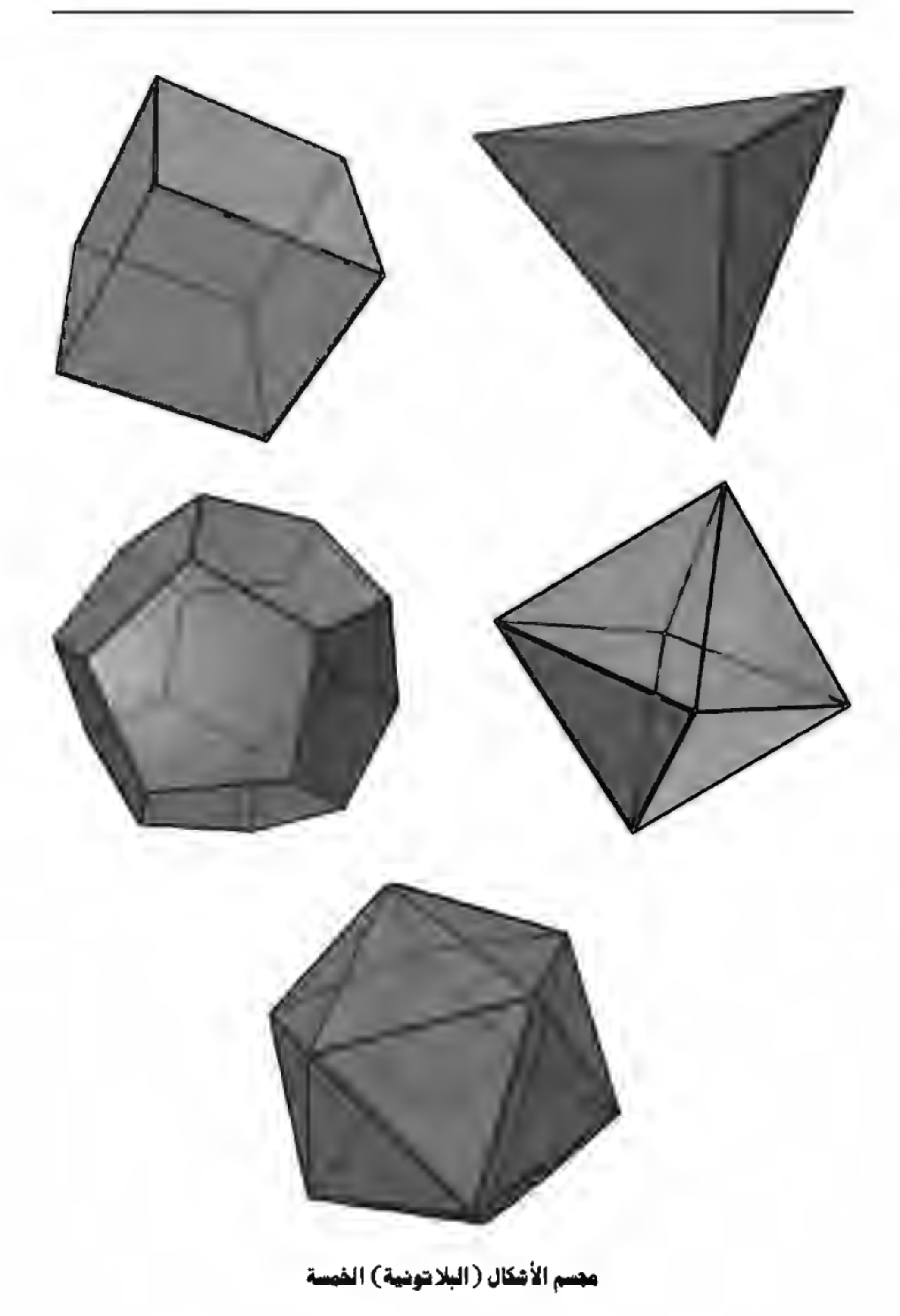
الجدول رقم (3)

أسماء وخصائص الأجسام البلاتونية							
اسم الجسم	اسمه باللاتينية	عدد الأسطح	شكلها	عدد الأوجه عند القمة	عدد الرؤوس	عدد الأحرف	محتويها
هرم ثلاثي بقاعدة	Tetrahedron	4	مثلث منتظم	3	4	6	هرم ثلاثي بقاعدة
مكعب	Cube	6	مربع	3	8	12	معين مجسم ثماني الأوجه
معين مجسم ثماني الأوجه	Octahedron	8	مثلث منتظم	4	6	12	مكعب
مجسم ذو 12 وجها خماسي منتظم	Dodecahedron	12	خماسي منتظم	3	20	30	مجسم ذو 20 وجهاً مثلث منتظم
مجسم ذو 20 وجها مثلث منتظم	Icosahedron	20	مثلث منتظم	5	12	30	مجسم ذو12 وجها خماسي منتظم

يتضمن ــــ الأجسام (البلاتونية) الخمسة ومواصفاتها ومحتوياتها.

(1) Timaeus – كلمة إغريقية مرادفة لصفة (الشرف والعلو والسؤدد) بمعنى الشرف وقد أطلقت اسما. (المترجم).

(2) الكتــاب الذي ألفه أفلاطون وجاء فيه على ذكر الأجســام الثلاثة وتعنى باليابانية التنانين الأسطورية الثلاثة (يو– جي – او//! Yu – Gi – Oh). (المترجم).



مجسم الأشكال (البلاتونية) الخمسة

ولقد تعرف الرياضي الإغريقي الشهير فيثاغورس والذي عاش في مدينة (ساموس – Samos) حوالي سنة 350 ق.م. (والذي كان قد عاصر كل من بوذا و كونفوشيوس)، على ثلاثة من تلك المجسمات المنتظمة الخمسة وهي (المكعب والهرم والمجسم ذي الـ (12) وجها خماسي منتظم).

ومن الجدير بالذكر أن بعض أشكال الأجسام (الأفلاطونية) تلك كانت قد وجدت منقوشة على صخور قديمة في أسكوتلاندا وقُدّرت أعمار إقامة دوارسها بما يقارب الألف الثانية ق.م.

لقد بعث كبلر في كتابه (أسرار بناء الكون) الحياة في الفكرة الإغريقية القديمة القائلة بوجود خالق للسماوات يحكمها بواسطة قوانين هندسية بسيطة. ولقد حاول كذلك مشاركة حكماء وعلماء زمانه أفكاره فأرسل في عام (1597) نسخة من كتابه ذاك إلى (غاليليو) الذي لم يعره اهتماما كافيا، وأجاب (كبلر) بأنه لم يطلع إلا على المقدمة. كما أرسل نسخة منه إلى (تايكو براه – Tycho Brahe)، والذي أشاد بذاك العمل وقد أعجبه بالخصوص مبادرته (لنسج وإنشاء) الأشكال المجسمة متعددة الأوجه ووصف فكرتها (بالاستنباط الذكي).

ذكر الكاتب (كنكريش – Gingerich) الشيء الكثير عن معاناة كبلر في زواجه وحياته الاجتماعية وتبرمه بحياته الخاصة وإليك مقطتف مما كتبه:

((مارس كبلر (التعاسة) حتى عهدها وتعود عليها وعاشر الحزن في حياته حتى ألفه وحن إليه، وظن أن في زواجه الثالث من فتاة أحلامه (باربارا مولر – Barbara Muller) سيكون بلسمه الشافي بعد أن ترمل مرتين قبلها وقاسى الأمرين من الوحدة والبؤس من زيجاته وبدونها!. إلا أن طالعه السيئ أبى إلا أن يشابه حظ العلماء العاثر في حياتهم الخاصة، فسرعان ما ملها بعد أن تبخرت أيام سعادتهما الأولى فصار لا يطيقها بعد أن أدرك ضحالة تفكيرها وبساطتها وعدم معرفتها بما يجول بخاطره فضلا عن مشاركته بأفكاره وفهمها وتشجيعه على الاستمرار بها. وقد بلغ تبرمه بها أن وصفها (بالبدينة، البليدة والمضطربة عقلا وعملا) ومما زاد في محنته وأساه فقدانه لاثنين

من أولاده في وقت مبكر، الأمر الذي انعكس سلبا على حياته وزاد من طينتها بلّة)).

بدأ كبلر حياته المهنية عام (1600) كأحد مساعدي (براه) وعضواً في فريق بحثه في قلعته ومرصده قرب مدينة براغ (Brague). هناك اجتهد (كبلر) في دراسة كوكب (المريخ) في مداره، ولما توفي براه في العام التالي (1601) عُين (كبلر) خلفا له وحاز على منصبه كالرياضي المتميز في ذاك المرصد. لقد شغلت (الشمس) وكيفية سيطرتها على حركة الكواكب حولها باله ولم تغب محاولة تفسير تلك الظاهرة عن ذهنه، وأخيرا اهتدى إلى فكرة قابلية الشمس على توليد نوع ما من القوة المغناطيسية الهائلة والتي لها قدرة السيطرة وتسيير الكواكب من حولها. لقد كان كبلر دائم التفكير بأن عظمة الكون وبساطته ودقته لابد وأن تشابه - وبشكل ما - ساعة عظيمة دقيقة الحركة مضبوطة السياق، تعتمد في حركتها على قوى مغناطيسية من نوع ما عليه اكتشاف كنهها وتفسير ماهيتها فكتب يقول: (لابد وأن تكون حركة الكون في جوهرها - والكون في زمانه لم يكن يتعدى الشمس وكواكبها الست من حولها حسب المفهوم العلمي والكنسي المقبول آنذاك - متأثرة بقوة مغناطيسية تسيرها كما تنتج حركة كافة أجزاء الساعة من الثقل البسيط المعلق بها).

وبعد ثلاث سنين من العمل الجاد تمكن كبلر من التوصل إلى صياغة قوانينه الشهيرة الثلاث والتي فسر بموجبها حركة الكواكب حول الشمس، رغم عدم إدراكه الصحيح لكنهه الجاذبية ولا لطبيعتها وطريقة عملها، الأمر الذي استوجب الانتظار لسنين طوال قبل أن يأتي (نيوتن) ويكشف ما غاب عن (كبلر).

ومن المحطات المهمة في حياة (كبلر) المهنية والاجتماعية نتوقف عند عام (1605) حيث نشر مقالته المهمة بعنوان (النجم الجديد - The Nova) والذي ظهر في السماء لا عين المراقبين.

وفي عام (1606) نشر كتابه الشهير والذي حمل ذات العنوان (النجم الجديد - De Stella Nova) والذي أفاض فيه بذكر توقعاته حول النجم الجديد وشرح أهمية ظهوره في (تلك الفترة بالذات) وآمن من أعماقه بأنه ظهر لتحقيق أمور ثلاث:-

الأول: تسريع تحويل هنود أمريكا الجديدة الحمر إلى المسيحية.

والثاني: الإيذان بظهور المسيح.

والثالث: التقديم لبوادر، والتبشير بقرب أفول الإسلام.

وفي عام(1609) نشر كتابا آخر بعنوان (الجديد في علم الفلك - Astronomia Nova) والذي شرح فيه نظرياته حول مدارات الكواكب تلك التي صارت تعرف اليوم بـ (قانوني كبلر الأول والثاني لحركة الكواكب).

توفيت زوجته (باربارا ميلر) في عام (1611) ولكنه سرعان ما اقترن بغيرها بعد سنتين. تلك كانت الفاتنة (سوزانا روتنكر - Susanna Reuttinger) ذات الأربع والعشرين ربيعا. غمز المتقدمون واللاحقون (كبلر) بعين الحسد لحسن طالعه في اختيار جميلته (سوزانا) الأمر الذي أكد ظنهم بكونه هو نفسه نجما ساطعا وفارسا لأحلام الكثيرات ممن عاصرنه كونه الفلكي الضليع بعلم النجوم والشخصية الاجتماعية التي أبهرت كل معاصريه. وهنا يعود مؤرخه (كنكريش - Gingerich) لتسليط الضوء على تلك الحادثة من خلال مراجعته لرسالة كتبها (كبلر) بنفسه لأحد النبلاء فيقول:

((لقد افاض (كبلر) بوصف (الصف) الجميل، والطويل من فاتنات عصره الإحدى عشرة، واللائي اصطففن أمامه بكل غنج ودلال، ومنحن أنفسهن له لاختيار إحداهن قرينة له. وشرح أيضا الإرادة والعطف الإلهي الذي ألهمه الرجوع للاهتمام بالنساء مرة أخرى لاختيار زوجته الخامسة، والتي وإن كانت دونه بكثير من نواحي المستوى الاجتماعي والثقافي والعائلي إلا أنه عاش معها أسعد زيجاته رغم امتداد يد القدر لاختطاف خمسة من أولاده السبعة الذين أنجبهم منها)).

شهد عام (1618) نشر كبلر لكتابه العظيم (الكون المتجانس - Harmonice Mundi) بأجزائه الخمسة التي ضمت آراءه ونظرياته وتوقعاته حول الكون ومحتوياته وأهم معالمه كالموسيقى (بتجانسها وإيقاعاتها) والهندسة (وما تشمله من مضلعات مستوية ومجسمة) وعلم الفلك (وما تضمنه من شرح قانونه الثالث فيه) والتنجيم (وما تفعله مواقع

الكواكب في السمـاء في حياة البشر على الأرض، وما تؤثره في أرواحهم). لقد شبه (كبلر) أمـواج البحـر في كتابه ذاك بتردد تنفس كائـن عظيم، وقد أعجب هو ذاتـه بكتابه ذاك أيما إعجـاب، والذي اعترف أنه في كتابته له كان قد أسلـم لب روحه، وعصارة قلمه (وبكامل إرادته) للهالة المقدسة التي ألهمته إياه.

وكان قـد آمن إيمانـاً عميقاً بصحة ما جاء هو بـه وبكونه ينبع عن الإلهـام وحسن الطالع والتقـرب إلى الله إلى الدرجة التي أكـد فيها (أنه بالإمكان قراءته وفهمه الآن أو في المستقبل، وما لا يُفهم منه الآن سيفهم في قادم الأعوام، لا ضير في ذلك فبإمكان كتابي الانتظار قرونا لمن هم أهل لقراءته وفهمه).

في عام (1927) نشر كبلر كتابا بعنوان (الجداول الأساسية – Tabulae Rudolphinac) جـاء فيه على ذكر الكثير من جداول الفلكية والمعلومات التي كان قد استخدمها الفلكيون لما ينيف عن مئة سنة خلت. وتضمن الكتاب كذلك مصنفات (براه) لمئات من مواقع النجوم.

أما إبداعه في مجال (الخيال العلمي) فكان روايته القصيرة (الحلم) والتي تصف رحلة خيالية قام بها شاب اسمه (ديوراكوتس – Duracotus) الى القمر. وقد قام بكتابتها فعلا في عـام (1609) وأرسـل نسخاً منهـا إلى أصدقائه ومعارفه. وقـد استُخدم هذا الكتاب بضراوه وقسـوة لإثبات تهمة السحر على والدته وذلك لأن (صائدي الساحرات) في ذلك الوقـت كانوا على علـم باحتوائه على مناقشات دارت بين بطـل القصة وبعض (الشياطين) الأمـر الذي اعتـبر دليلا ضدها أثنـاء محاولة انتـزاع اعترافاتها. ولم يتمكن ابـن كبلر المدعو (لودفـك كبلـر – Ludwig Kepler) من نشر الرواية كاملة إلا بعد وفاة والده بأربع سنين وذلـك في عام (1634). و(الحلم) رواية ممتعة تنقلك إلى أجواء الفضاء والرحلات الفضائية ولكن بعقلية وبنكهة القرن السابع عشر. لقد أُشيع عن السفر في الفضاء آنئذ خطورته وبعده ونصبـه وإرهاقه، ولذلـك كان على رواد فضاء ذلـك الزمان الخلود للنـوم والاستكانة وإن استوجب الأمر إعطاءهم جرعات مضاعفة من المخدرات لحمياتهم من صعوبات الانطلاق. وروعـيَ في جلوسهم ترتيب أطرافهم بصورة تحد من تأثرهـا بالشد والضغط الناجمين عن

تعجيل الطيران والسفر. أما سكان القمر فقد تم تصويرهم كأفاعي هائلة الأحجام عظيمة الأجسام بجلود مثقبة مخرمة كالغربال. لقد حرص كبلر (مراعاة لشعور قرائه) على حذف كل المعادلات الرياضية الصعبة من روايته تلك، ولكنه حرص في المقابل أيضا على تضمينها بعض الحسابات الفلكية ذات العلاقة، إمعانا في الإثارة والمتعة وكان ذلك هو المقصود من روايته الخيالية تلك.

توفي كبلر ودفن في مدينة (ريجنسبرك – Regensburg) في عام (1930) وطمس قبره بعد سنتين خلال (حرب الثلاثين)[1].

لم يبق لا (لكبلر) ولا لرفاته أثر اليوم، ولكن العلماء كرموه بإطلاق اسمه على إحدى فوهات القمر وهي بقطر (31 كيلومترا) تخليدا لذكراه. وقد صادقت الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالميين على تلك التسمية في عام (1935). كما أطلق اسمه أيضا على إحدى فوهات كوكب المريخ للغرض ذاته.

يذكر (كبلر) اليوم وبفخر ليس بسبب قوانينه الثلاثة لحركة الكواكب فحسب، بل وتُعزى إليه العديد من المعادلات الشهيرة والمهمة كـ (معادلة كبلر المدارية) والتي يمكن التعبير عنها رياضيا بالشكل التالي:

$$M = E - e \times \sin E$$

حيث تمثل فيها e – مقدار التعجيل لمدار الكوكب الاهليجي

و M – معدل مقدار الحركة الزاوية للكوكب حول الشمس (وقد تسمى أحيانا معدل الزيغ).

و E – مقدار الزاوية الإضافية (وقد تسمى أيضا مقدار الزيغ الزاوي عن المركز).

ويمكن الاستفادة من هذه المعادلة لحساب العلاقة بين إحداثيات قطبي أي كوكب والوقت

(1) The Thirty Years War – واحدة من أبشع الحروب التي خاضتها أوربا وأكثرها ضراوة ووحشية وتدميراً، امتدت ما بين عامي (1648 – 1618). حرقت نارها أوربا بأسرها وإن كانت قد بدأت أصلا في ألمانيا. تقارب خلالها الكاثوليك والبروتستانت لأهداف دينية ظاهرا واقتصادية حقيقة. (المترجم).

المنصرم اعتبارا من نقطة مرجع محددة.

كمـا وضع معادلة مهمة أخرى سميت بـ (معادلة لوغارثم كبلر). ويمكن التعبير عنهـا بلغة اللوغارثم الرياضية الحديثة كما يلي:

$$\log_{\mathrm{Kepler}}(x) = \lim_{n \to \infty} 2^n \left[1 - \left(\frac{x}{10^5} \right)^{\frac{1}{2^n}} \right] \cdot 10^5$$

بـين كل من (ارنست آبـيرز - Ernest Abers) و (شـارل ف. كنل- .Charles F Kennel) في كتابيهما المعنون (في المادة والحركة) استحالة تحقيق كبلر لما حققه من إنجازات علميـة فلكية هائلة لولا اعتماده على كميات هائلة من المعلومات والمشاهدات الدقيقة التي توصـل إليها وسجلها غيره. ولما كان اعتماد العلمـاء بعضهم على بعض واستخدام أحدهم لنتائـج الآخر مـن نافلة المنحى العلمي العام، فلا ضير مـن أن يسلك (كبلر) كغيره مثل هذا الدرب. ولكن المهم في الموضوع هو تأثر العلم أيما تأثر بما قام به وبما توصل إليه، الأمر الذي عـزز الاعتقـاد الناشئ بقابلية الرياضيـات على التعبير - بدقة ووضـوح - عن المشاهدات الكونية الأمر الذي مهد لقبول وترسيخ فكرة الكون الفسيح المترمي الخاضع لذروة الحكمة والانضباط والملبي لأدق قواسم الحِبكة والنظام.

لقـد حبا الله (سبحانه وتعـالى) الإنسانية فرداً امتاز بقدرة هائلـة على المجالدة والصبر الى الدرجـة التي مكنته من دراسـة وتمحيص جبال الملاحظات وأكـوام المشاهدات التي أنجزها أستـاذه (تايكو بـراه - Tycho Brahe) واستخراج خلاصتها على شكل التفسير المبسط لحركة الكواكب.

لم يأل (كبلر) جهدا في دراسة كل ما وقعت عليه عيناه من ملاحظات ومعلومات خلفها له أستاذه الرياضي اللامع (براه) ولولا استناده إليها ومطابقتها لما جال في ذهنه بخصوصها لظل كبلر عبقريا تائها في خضم أفكاره المشتتة (السابقة لعصره)، ولما حصل على الشرف والسؤدد اللذان رافقاه إلى يومنا الحاضر.

من رحم تعارفهما ومصادفة عملهما المشترك ولد الكون المتناسق الجديد.

مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Abers, Ernest, and Charles F. Kennel, *Matter in Motion* (Boston, Massachusetts: Allyn & Bacon, 1977).
Caspar, Max, *Kepler* (New York: Dover, 1993).
Connor, James, *Kepler's Witch: An Astronomer's Discovery of Cosmic Order amid Religious War, Political Intrigue, and the Heresy Trial of His Mother* (San Francisco, California: HarperSanFrancisco, 2005).
Gingerich, Owen, "Kepler," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).
Stephenson, Bruce, *Kepler's Physical Astronomy* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994).

أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

يعرف (المسيحيون) بأن المبادئ الرياضية والتي بموجبها قد ضبط نظام الكون إنما هي هبة من الخالق عز وجل، لقد جعل المولى (جل وعلا) من الأشكال الهندسية نموذجا ليخلق الكون على غرارها ما أريد أن أقوله هنا: هو أن عظمة الخالق عز وجل وبديع صنعه ودقته لم تكن لتصل إلى بني البشر عيانا بعيون رؤوسهم وإنما وصلتهم ضمنا بعيون ضمائرهم وإدراكهم وفهمهم للرياضيات.

كبلر

Johannes Kepler، Harmonice mundi (Harmony of the World)، 1619

مقتطف من كتابه (تناسق العالم).

لعل الكشف عن قوانين جديدة للفيزياء وجسيماتها قد أوقف مؤقتا (بغض النظر عما سنبذله من جهد في هذا السبيل وما نخصص له من أرصدة ونصمم له من تجارب) ولن يكمل مشواره إلا لحضارة آتية جديدة ذكية ستفهم أصول وقوانين لعبة الشطرنج الكونية والتي لا يمثلون هم فيها إلا بيادقها.

جونسون

Georg Johnson، (Why Is Fundemental physics So Messy?، WIRED magayine، Feberuary 2007

مقتطف من مقاله (لم على الفيزياء الأساسية أن تكون بهذه الفوضى؟)

لقد عشق (غاليليو) الشجار والتهكم على معاصريه ومنارئيه منهم خاصة، فكان يسميهم بـ (إمعات الفكر)، أو بالذين يصعب على الحصيف تسميتهم بـ (البشر الأسوياء). لقد رفض اثنان من الأساتذة

المعاصرين له مجرد النظر خلال تلسكوبه لمشاهدة ما شاهده هو من كواكب ولما مات أحدهم بعد فترة كتب غاليليو في رثائه ما يلي:

(يعز علي فراق زميلي الأستاذ الذي آل على نفسه أن لا ينظر بتلسكوبي إلى الكواكب ولا يقترب منه عندما كان حيا يُرزق على الأرض، كلي أمل أن يعيد الموت إليه صوابه فيستطيع مراجعة نفسه ويعدل عن رأيه عندما يحط به الرحال هناك، أقرب إليهن في السماء!!

داهز
James C. Davis، The Human Story
مقتطف من كتابه (قصة الإنسان)

رفض (غاليليو) رفضا قاطعا إعارة أي من تلسكوباته (لكبلر). علما بأنه كان قد أهدى العديد منها إلى الكثير من الساسة والمشاهير... ولما تراسل معه كتب له عن اكتشافاته ومشاهداته بصيغة مبهمة مغشاة كي لا يتمكن (كبلر) من فهم أي من طلاسمها. وبعد حين قرر (غاليليو) قطع كل اتصال له مع غريمه حتى أنه تجاهل تماما كتابه الشهير (علم الفلك الجديد Astronomia Nova)بما فيه من معلومات مهمة أصيلة عن المدارات الإهليجية.

شرماخر
Thomas Schirmacher، (The Galileo Affair، History or Heroic Hagiogrophy?) Technical Journal، April، 2000.
مقتطف من كتابه (غاليليو - التاريخ أم سيرة حياة عَلَم)

آمن (غاليليو) وتشبث بالدفاع عن النظام الأرثوذوكسي التقليدي (لكوبرنيكوس)، ولكن الخطأ الفادح الذي ارتكبه والذي أعمى بصيرته وجره إلى (الانتحار) العلمي، هو إهماله تماما لأفكار وأعمال (كبلر) والذي آثر وقبل ذلك بما ينيف عن قرن من الزمان التخلي عن موضوعه الـ (ابيسيكل - Epicycle)[1] ولذلك ظل غاليليو أسير محاولاته العقيمة لإجبار العالم بقبول نموذج

(1) Epicycle – هو نظام هندسي يوضح الاختلاف في السرعة والاتجاه لحركة القمر والشمس والكواكب الظاهرية حسب مفهوم بطليموس لعلم الفلك، وضعها ابولونيوس في القرن الثالث ق.م. وصقلها بطليموس في القرن الثاني ب.م. وتفسر التقهقر في حركة الكواكب الخمسة المعروفة آنئذ. كما تفسر ظاهر الاختلاف الحادث في المسافات الفاصلة بين الأرض وبقية الكواكب. وترسم باختصار كدوائر متراكبة. (المترجم).

(أرجوحة الهواء)[1] ذات الدواليب الثمـان والأربعين كالتمثيل الواقعي الوحيد لحقيقة الفيزياء في الكون، وفشل في ذلك فشلا ذريعا.

كوستلر

Arthur Koestler, the Sleep walkers, A History of Man's Changing Vision of the Universe.

مقتطف من كتابه (السائرون في المنام - قصة تاريخ تغير مفهومنا عن الكون)

(1) Eerris Cycle – أرجوحـة الهـواء المكونة مـن دولاب دوار للتسلية مقـام على روافد تسنده من الجانبـين – إحدى آلات التسلية. (المترجم). التشبيه هنا للتهكم

قانون سنيل للانكسار

Snell's Law of Refraction

هولنـــدا 1621:

يعرف قانون سنيل كماً بما يلي:

تعتمد زاوية انكسار الضوء المار خلال وسطين على معاملي انكسارهما.

محاور ذوات علاقة:

يوهانز كبلر (JOHANNES KEPLER) ومعادلات مكسويل(MAXWELL'SEQUAYIONS)

من أحداث عام 1621:

– حاول الإنكليز استعمار كل من (نوفا سكوتيـا – Nova Scotia) و(نيوفوندلاند – Newfoundbnd).

– زُرعت البطاطا – ولأول مرة – في ألمانيا.

– أبحـرت الباخــرة العملاقــة المسمــاة زهــرة مايــو (Mayflower)، ولأول مرة مـن مستعمرة (بلايموث – plymouth) في أمريكا الشمالية إلى إنكلترا في رحلة مرجعة.

نص القانون وشرحه:

ينحنــي الضــوء المار في الهواء – أو ينكسر – حينما يمــر إلى وسط آخر كالزجاج، بمعنى أن تُعاني الموجــات الضوئية (انكساراً) أو تغييرا في اتجاه مسارهــا سببه التغييرفي إزاحتها، فمن المعلــوم حدوث الانكسار عادة عنــد انتقال أشعة الضوء من وســط إلى آخر، وذلك لأن من خاصية كافة المواد الشفافة للضوء أن تبطئ من سرعته حينما يعبر خلالها مقارنة بسرعته الثابتة في الفــراغ، ويحدث الانكسار عمليا عنــد خط تماس الوسطين، (عند خط تماس الهواء بالماء مثــلا) فعنده تتغــير إزاحة الموجة ويُغير الضوء من اتجاه مــروره، كما يتغير طولها الموجي وما يبقى ثابتا ولا يتغير عند نقطة تماس مرور الضوء من وسط إلى آخر هو مقدار ذبذبته فقط.

هنـاك مبدأ مهم في ظاهرة انكسار الضوء لابـد من فهمه قبل مواصلة شرح الموضوع ألا وهو مبـدأ إزاحة الطـور (Concept of phase Velocity). تصـور شكلا مبسطا لحركة جيبيه (Sinusoidal) يتولد من حركة قطعة خشب إلى جهة اليمين، تُعرف إزاحة الطور لتلك الخشبة – وببساطـة – بسرعة تحركها إلى اليمـين لا أكثر! ولكن تصور ذهابك إلى البركة العذبة المجاورة لمنتجعك الريفي، حيث ترى ورقة شجرة طافية على سطحها الهادئ البراق، الآن وبمجرد رميك لحصاة صغيرة إليها ستتولد سلسلة من الموجات تنتشر في البركة إلى أن تصل إلى الورقة فتحركها عموديـا بذبذبة مستمرة إلى حـين... أن سلسلة الموجات المتعامدة مع ذبذبة الورقة ستتحرك إلى اليمـين بإزاحة طور مقدارهـا (Vp) تماما كما تحركت قطعة الخشـب إلى اليمين – حتى وإن لم تتحرك ورقة الشجرة جانبا أبدا، وتبقى في صعودها ونزولها العامودي فقط.

في خـلال زيارة بعض الشباب لي في منزلي، وددت تفسير ظاهـرة الانكسار لهم بوضع أحد أصابع يدي في حوض أسماكي والذي كنت قد وضعت لتوي فيه سمكة جديدة غريبة. والآن وبالنظر لتباين معامل انكسار الضوء في الهواء (والبالغ 1.0003) عن معامل انكساره في المـاء (والبالـغ 1.33) فإن الضيوف الذين أدهشتهم حركـة وضعي لأصبعي المستقيم في الحوض سيلاحظونه وكأنه قد انحنى بشدة عند حافـة سطح الماء. وقبل أن تتمكن سمكتي الجديدة من قضم أصبعي استطعت أن أفسر لهم بأن ما يرونه من (انكسار) في أصبعي المستقيم مـا هو إلا نتيجة لانكسـار (أو لانحناء) أشعة الضوء الواردة إلى أعينهم عند مغادرتها الماء إلى الهواء قبل أن تصل إليهم، وكتبت لهم بسرعة على محرمة ورقية صغيرة القانون التالي:

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2).$$

وشرحت لهم بأنه القانون الذي يسمى باسم (قانون سنيل) والذي يستعمل لحساب درجة (انكسـار) الضوء عند مروره من الهواء إلى الماء. (بامكانك إجراء التجربة السابقة بأمان أكثر بإدخال قلم رصاص إلى حوض الأسماك بدل أصبعك العزيز!).

هنـا يمثـل كل مـن (n_1 و n_2) معاملي انكسـار الوسط الأول والثـاني على التـوالي وتسمى الزاوية المحصـورة بين شعاع الضوء الساقـط والعمود على خط تماس الوسطين بزاويـة السقوط (θ_1)، وعند

اختـراق شعاع الضوء للوسطين بانتقاله من الوسط الأول إلى الوسط الثاني فإنه سينحني بزاوية مقدارها (θ_2) وهي الزاوية الناشئة أيضا ما بين خط تماس الوسطين والعمود القائم عليه وتسمى بزاوية الانكسار.

لنتذكـر بأن المقصود (بالانكسار) هـو انحناء مسار موجة الضوء عنـد دخولها لوسط ما يعمل على تغير سرعتها، وعليه فبمرور الضوء من وسط (سريع) إلى وسط (بطيء) فإن ظاهرة (الانكســار) تعمل على حرف شُعاع موجة الضوء باتجـاه خط الأصل (وهو العمود الخيالي المقام على خط التماس بين الوسطين). ويعتمد مقدار الانحراف أصلا على معاملي انكسار الوسطين (n_1 و n_2) ويُفسره كميا قانون (سنيل).

بإمكاننا وصف معامل انكسار أي مادة (n) كالماء أو الهواء أو الزجاج بأنه العامل الذي يُبطئ (إزاحة طور – Phase Velosity) الأشعة الكهرومغناطيسية داخلها نسبة إلى إزاحتها في الفراغ، ويعتمد معامـل الانكسار هذا – بالطبع – على الطول الموجي للإشعاع المعني بالدراسة. وفيما يلي معاملات انكسار بعض المواد المألوفة لشعاع بطول موجي مقداره (589.3) نانومتر[1]؛ للفراغ: (1)، وللهواء: (1.00029)، وللماء السائل: (1.333)، وللزجاج: (1.5–1.9)، و للماس (2.419).

ينص قانون الانعكاس، وبأبســط صورة على مســاواة زاوية الانعكاس لأشعة ضوء من على سطح ما لزاوية ســقوطها، وينص قانون الانكســار بأبسط صورة على اعتماد زاوية انكساره على معامل انكسار الوسط (أو الأوساط) التي يمر خلالها.

بإمكاننــا الاعتمــاد علــى معــادلات (جيمســ كلارك مكسويــل James Clark Maxwell) للكهربائيــة والمغناطيسية لاشتقــاق كلا القانونين السابقين واللذين يصحان ضمن نطاق واسع جدا من طيف الموجات الكهرومغناطيسية. كما يمكن اشتقاقهما كذلك من نظريات أبسط وضعت لتفسير تصرف الضوء كنظرية الفيزيائي الالماني [كرستيان هيكنز Christian Huygens (1629 – 1695)] التي وضعها عام (1678). لقد اجتهد هيكنز

(1) Nanometer – هـي وحـدة قياس تساوي جـزءًا واحداً من 1000 (ألف) مليون جزء من المتر الواحد. واحد على عشرة مرفوعة إلى القوة السالبة 12. (المترجم).

هذا واستخدم بعض المنظومات الهندسية ليتمكن من التنبؤ بموقع جبهة موجية معينة في أي وقت.

هنـاك العديد من التطبيقـات العملية النافعة لظاهرة الانكسار هـذه ؛ فخذ على سبيل المثال استعمال العدسات اللامة لتسليط أشعة الضوء المتوازية وجمعها في بؤرة واحدة، وخذ حقيقة انكسـار أشعة الضوء بواسطة عدسة العين التي تمكـن الدماغ من تفسير الصور التي ننظر إليها بدقة. واعتمدت على هذه الظاهرة أيضا هندسة صناعة عدسات الكامرات التي لم تكن لتوجد لولاها. ومن جانب آخر فإن الموجات الزلزالية (وهي موجات القوى الناتجة عن تحرك الطبقات الأرضيـة أو تكسر الصخور الضخمة التي تنتشر داخل طبقات الأرض وتغيرها لسرعاتها وفقا لمعاملات انكسارها فيها عند سطوح تماسها) تمثل مصدر الاستشعار بقوة ومراكز تلك الزلازل أو الهزات الأرضية بغية قياسها أو لتلافي أخطارها إن وجد لذلك سبيلا. إن موجات القوى في تصرفها وانتشارها وانكسارها إنما تخضع في تفسيرها لـ (قانون سنيل).

يستخـدم علماء طبقات الأرض قانوني الانكسار والانعكاس عند بحثهم عن البترول مثلا خلال طبقات الأرض وذلك باصطناع انفجارات بقوىً معلومة وبمناطق متفرقة على حدود (الحقول البترولية) المفترضة ومن ثم قياس اتجاهات وسُرع ومواقع الموجات الاهتزازية المرتدة لتعين مواقع تلك الحقول ولتقدير مقدار الاحتياطي المتوقع فيها.

هنـاك بعض الحالات التي قد يمكـن فيها للضوء أن ينعكـس كليا من على سطـح وسط ما إذا كان الفـرق بين معاملي انكسار الوسط الناقل للضوء والوسط العاكس له كبيرا جدا وتسمى هذه الظاهرة (بظاهرة الانعكاس الداخلي الكلي) وتحدث عادة عند انكسار شعاع ضوء من على سطح تماس بين وسطين بزاوية كبيرة جدا ينطبق بموجبها الشعاع المنكسر الخارج على نفس خط مسار الشعاع الساقط الداخل بطريقة تجعله ينعكس خارجا منه، وتستخدم هذه الظاهرة الفيزيائية المهمة في صناعـة بعض الأنابيب الضوئية والتي يدخل الضوء (أو يتولد من مصباح) من إحدى نهايتيها ويستمر بالانكسار الكلي (أي يحجز داخلها) حتى يتسنى له الخروج من نهاية الأنبوب الثانية[1].

(1) تعتبر الأليـاف الضوئية من التطبيقات المهمة في هذا المجال ومن استعمالاتهـا الأنابيب الضوئية القابلة للالتواء والمستعملة في جراحة (المناظير) على اختلافها والكابلات المستعملة في نقل الإشارات الإلكترونية عبر المحيطات لأغراض الاتصالات (المترجم).

وبإمكان تجربة تُجرى في أحد مختبرات الفيزياء المدرسية من توضيح التطبيق السابق لقانون سنيل وكما يلي:

تضبط زاوية الانكسار على (90 درجة) وتستعمل لحساب زاوية السقوط. وبالنظر لاستحالة انكسار الضوء بأكثر من (90) درجة في مثل هذه الظروف، فإن كافة أشعة الضوء الساقطة سوف تنعكس، إذا ما جعلنا زاوية سقوطها أكبر من تلك التي تنتج الانكسار عند (90 درجة)، وهذا ما يُطلق عليه ظاهرة الانعكاس الكلي الداخلي.

وفي حرفة صقل الماس وإضفاء رونقه عليه بعد قطعه لمثال آخر على خاصية الانعكاس الكلي الداخلي للضوء. يعود سبب سلب بريق الماس المصقول للأنظار والألباب (ناهيك عن الجيوب!) إلى حقيقة انعكاس أشعة الضوء عن سطح ألماسه (المصقولة بعناية) بصورة تجعلها تبرق لأنها تبعث الضوء باتجاه عين مراقبها مباشرة. وبعبارة علمية أوضح فإن للماس المصقول خاصية عكس الإشعاع الضوئي الساقط عليه داخله كليا حتى يتمكن من مغادرته عبر أسطحه الخارجية مكتسبا بريقه الأخاذ. وغالبا ما تعاني الأشعة الساقطة العديد من حالات (الانعكاس الكلي الداخلي) داخل الكيان البلوري لقطعة ألماس قبل أن تنكسر خارجةً من سطحه.

ومن التطبيقات العملية لهذه الظاهرة صناعة الألياف من بعض المواد المناسبة كي تحقق ظاهرة (الانعكاس الكلي الداخلي) خلالها وحبس أشعة الضوء الداخلة إليها، وعليه سيتمكن ذلك الليف من توجيه الضوء عبر الزوايا وحولها بسهولة وبدون أي فقدان في شدته.

ويمكن تشبيه (الليف البصري) بشعرة زجاجية نحيفة جدا تمتاز بسطح داخلي عاكس كليا، متى ما دخلها شعاع من الضوء فإنه لن يتمكن من السقوط عليه بأقل من الزاوية الحرجة اللازمة لأحداث الانعكاس الكلي الداخلي له، هذا ويخضع الضوء إلى حالة الانعكاس الكلي كلما وقع على السطح الداخلي لذلك الليف إلى أن يتمكن في النهاية من مغادرته من نهايته الأخرى. وتستعمل الألياف البصرية اليوم لبعث الإشارات التليفونية ومعلومات الحواسيب بطريقة كفوءة فعالة لها مزاياها على طريقة نقل الإشارات باستعمال الأسلاك الكهربائية. ومن تلك المزايا قابليتها على نقل الإشارات عبرها بسرع أعظم مقارنة بمثيلاتها من الأسلاك، هذا

ولـــن تتأثر تلك الإشارات فيها بظاهرة (الحث المغناطيسي) وتكوين الضوضاء من الإشارات الكهربائيـــة العشوائيـــة المستحثة نتيجة لذلك. يعــود الفضل إلى الأليــاف الضوئية وسرعتها وكفاءتهــا في نقل المعلومات إلى إطلاق ثــورة الاتصالات العالمية خلال العشرين سنة الماضية والتــي صارت تمس حياة وأعمال ودراسة وتفكــير الجميع من خلال مساعدتها على انتشار الشبكة العنكبوتية العالمية [World Wide Web (www)] في كل مكان.

ولم تكن الألياف البصرية بعيدة عن التطبيقات الطبية، فقد مكنت الأطباء من النظر إلى داخل جــوف الجســم والتجاويف المفصلية والفقريــة وتجاويف الأعضاء كالمعــدة والرحم والأمعاء والأوعيــة الدموية والقلب باستعمال فتحات صغيرة جــدا وإدخال الليف البصري خلالها بما يعرف اليوم بتقنية المناظير أو الجراحة الباضعة الدقيقة (Minimal Invasive Surgery).

وفيهــا يحاط الليف البصري (الــذي يوصل شعاع الضوء عبر موشور مناسب إلى العين من خــلال الفتحة العينية وإلى الكاميرا للتصوير) بليــف ضوئي لتجهيزه بالنور الذي يُسلط على العضو المعني. وبكلمــة أخرى يوضع ليفين منفصلين في ذات الناظور المرن: الأول للإضاءة والثاني للمراقبة والتصوير[1].

وقد لا يعلم الكثيرون أن ظاهرة الانعكاس الكلي هي المسؤولة عن تفسير ظواهر (السراب) كتلك التي يحسبها الظمآن في الصحراء ماء وتلك البقع البراقة التي غالبا ما ترى فوق مسافات الأسفلت البعيدة في يوم قيض حار. وقد يتمكن المراقب أيضا من رؤية صور معكوسة للفلاة وأشجارها وكأنما يراها منعكسة من على صفحة بركة ماء أو حمام سباحة.

ولتفســير ظاهرة (الســراب) لابد أن نعلم أن الهواء الملامس للأرضــ لابد وأن يكون أكثر حــرارة (في أيام الصيــف) وبالتالي يكون ذا معامل انكسار أقل مــن ذاك الذي يعلوه والذي يكــون بدرجة حرارة أقل بطبيعة الحال. والآن وبافتراضنــا أن أشعة الضوء الساقطة على أي

(1) وهي أشكالــه المتقدمــة أمكن إلحاق ملقط أو اثنين مع مقص ومصباح وطرف قطب كهربائي لتمكين الجراح من القيام بالعملية كاملة من استكشاف مسك وقطع وإيقاف نُزف وخياطة. (المترجم)

جسم حقيقي بإمكانها الانعكاس عنه إلى الجو ومن ثم الانكسار عن طبقات الجو بأي صورة كانت، فإذا حدث أن لامست تلك الأشعة طبقات الهواء متخلخلة الضغط وذات معامل انكسار منخفض فإنها سوف تنعكس كليا عنها وعند وصولها إلى أعين الناظرين فإنها ستولد الانطباع الخادع بوجود صورة المشهد الذي لا يزال بعيدا وراء خط الأفق ظاهرا أمامها.

لم يعرف العالم وحتى عام (2001) إلا المواد ذات معامل الانكسار موجب القيمة، ولكن ذلك العام كان قد شهد طفرة جديدة في عالم المواد وتم إنجاز فتح مبين فيه حينما استطاع علماء جامعة (كاليفورنيا في سان دييكو) من وصف مواد مركبة جديدة أثبتت التجارب المختبرية أن لها معاملات انكسار سلبية القيمة، أي أن لها قابلية (عكس) قانون سنيل. تألفت تلك المواد من خليط مختلف من الألياف الزجاجية والحلقات النحاسية وكميات من الأسلاك الكهربائية كان لها - بمجموعها - قابلية تركيز الضوء بطرق مذهلة جديدة، فقد كشفت الفحوصات والاختبارات الأولية - على سبيل المثال - أن الموجات الميكروية القصيرة جدا كانت تنتج عن تلك المواد بعكس الاتجاه الذي يتنبأ به قانون سنيل تماما. صرح الفيزيائيون المهتمون بتلك التجارب، من أمثال (شلدون شولدز - Sheldon Schultz) و (ديفيد ر. سمث - David R. Smith) و (ريشارد أ. شلبي - Richard A. Shelby) بأن ما اكتشفوه لم يكن مجرد هوس علمي وحب استطلاع فيزيائي ولكنه كان حقيقة واقعة دفعتهم إلى وضع نظريتهم القائلة بأن المواد الحاوية على تلك المواصفات ستكون في يوم ما حجر الزاوية لإنشاء علوم جديدة ومواد وهوائيات وحتى قطع إلكترونية ستكون لها تطبيقات مبتكرة ومتجددة لم يسبق أن توصل إليها أحد من قبل. وكمثال نظري واحد لذلك: سيكون بإمكان طبقة نحيفة من المادة ذات معامل الانكسار السلبي من التصرف كمادة فائقة التوصيل فائقة المواصفات البصرية لها قابلية توليد صور وأفلام لم يسبق لوضوحها مثيلا.

ظلت التجارب المجراة على مثل تلك المواد ذوات معامل الانكسار السلبي مقصورة على استعمال الموجات الكهرومغناطيسية المكروية (شديدة القصر) ولحد عام (2007) حين تمكن فريق معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا (Pasadena) بقيادة (هنري ليزك - Henry Lezec) من

إنجاز أول معامل انكسار سلبي للضوء المرئي. ولغرض صنع الجسم الذي يمكنه التصرف وكأنه مصنوع من مادة ذات معامل انكسار سلبي القيمة، عمد (ليزك) وفريقه إلى بناء موشور مكون من طبقات من المعدن تتخللها شبكات من القنوات النانوية (أي متناهية الصغر وبمقياس النانومترات).

سجلت تجارب فريق معهد كاليفورنيا للتقنية سبق ابتكار وتصميم وبناء الطريقة التي مكنت الفيزيائيين – ولأول مرة – من جعل الضوء المرئي يسير في اتجاه معاكس لطريقة تصرفه الاعتيادية في انحناء مساره من مادة إلى أخرى، حتى أن بعض الفيزيائيين لم يجدوا في أنفسهم الحرج من التنبؤ بأن مثل هذه الظاهرة سوف تقود إلى إبتكار أجيال جديدة من المجاهر سيكون بإمكانها (رؤية) وتصوير أجسام متناهية في الصغر (كالجزيئات)، وتصنيع أنواع من الأغطية التي سيكون بإمكانها إخفاء الأجسام التي ستُلف بها!!.

اقترح كل من (اكهلش لاكهتاكيا – Akhlesh Lakhtakia) من جامعة ولاية بنسلفانيا الأمريكية و (توم مكاي – Tom Mackay) من جامعة أدنبره البريطانية إمكانية وجود حزام من (المواد) أو الإشعاعات تحيط الثقوب السوداء التي تدور في الفضاء والتي لها قابلية التصرف بطريقة تكسبها صفة معامل الانكسار السلبي وقدموا نظريتهم القائلة بأن مثل تلك الحالات بإمكانها تغيير مواقع النجوم الحقيقية إذا ما رُصدت من على سطح الأرض أو حتى من الفضاء المحيط بها (هذا من الوجهة النظرية على الأقل)، بعبارة أبسط فإن هناك مواصفات فيزيائية غير تلك التي نجدها في الزجاج والماء كخاصية الانكسار التي يعاني منها الضوء المار خلالهما، حيث إن للفضاء المحيط بالثقوب السوداء في الكون خاصية انكسار ولكن ذات معامل انكسار سلبي لها قابلية عكس تصرف الضوء القادم إلينا من أعماق الكون السحيقة والتي تلتقطها مراقبنا الفلكية وتسجلها كنجوم ومجرات ثابتة المواقع معلومة الصفات[1].

ولا نهاية للبحوث والاستنتاجات والمفاجآت من دراسة وتطبيق مثل هذه المواضيع، فقد

(1) والاستنتاج المقلق لكل ما ذكر هو أن خرائطنا الفلكية قد لا تعكس المواقع ولا الأعمار الحقيقية المتوقعة للنجوم والمجرات التي رسمت لها. (المترجم)

تمكنت إحدى فرق البحث في معهد رنسيلر للتكنولوجيا (Rensseler Polytechnic Institute) في نيويورك عام 2007 من ابتكار (سطح أسود فائق) يمتص كامل الضوء الساقط عليه. فمن المعلوم أننا نرى الضوء المرتد من على أي سطح عاكس عندما يصل إلى منطقة التماس بين وسطين لهما معاملا انكسار مختلفين، كلما زادا زادت شدة الضوء المنعكس. وعليه ولغرض (منع) مثل ذلك الانعكاس من على سطح المواد المصنعة الجديدة قام فريق البحث المذكور باختراع سطح موحد مكون من عدة طبقات من مواد نانوية التركيب صُنّعت على شكل أنابيب. تمتاز المادة الجديدة بسطح خارجي ذي معامل انكسار قريب جدا من معامل انكسار الهواء البالغ (00.1) أي بحدود (1.05)، وتجرى التجارب الآن على هذه المادة الجديدة بتسليط الموجات الكهرومغناطيسية شديدة القصر (قريبة من منطقة الطيف فوق البنفسجي) وشديدة الطول (قريبة من منطقة الطيف التحت الأحمر) عليها[1].

للفضوليين فقط:

• لم تنشر أعظم مشاركة علمية قام بها (سنيل) وهو قانون الانكسار المعروف باسمه إلا بعد مرور ما يقارب السبعين سنة على ذلك الاكتشاف وبعد وفاته بزمن طويل.

• يدّعي بعض محترفي صيد السمك (والمعقدين منهم على وجه الخصوص!!) وجود ما يسمى (بنافذة سنيل) ويعنون بذلك تلك الزوايا الخاصة على سطح الأجسام المائية الهادئة (كالبحيرات مثلا) والتي تُمكن السمك من (النظر) إليهم من خلالها (واكتشاف أماكنهم!!) اعتمادا على (قانون انكسار سنيل) للضوء وعليه فإنهم يحاولون قدر استطاعتهم تفادي مثل تلك (النوافذ) للظفر بالصيد السمين!!

• تفسر ظاهرة مشاهدة (قوس القزح) في نهار خفيف المطر بوجود الشمس بالاعتماد على

(1) لابد من إكمال توضيح أهمية التجارب السابقة على المواد الجديدة المبتكرة، فحينما تنجح مادة مطلية بطبقة من المادة التي تمتص كافة موجات الطيف المغناطيسي في منطقة الطيف المرئي فإن (نسيجا) منها سيتمكن من (إخفاء) أي مادة تغلف به لأن لا ضوء مرئي سينعكس منها إلى العين لتراه. (المترجم)

خاصيــة انكســار الضوء، وذلــك بالنظر لاختلاف الأطــوال الموجية لمختلف مكونــات ألوان طيف الضــوء الأبيض المرئي. وعليه وبتصرف نقاط المطر الصغيرة كمواشير دقيقة فإن ألوان الطيف المختلفة ستنكســر بدرجات مختلفة. ومن طرائف الحقائق أن نشير هنــا إلى أن (قوس قزح) هو بالحقيقة (دائرة قــزح!) مركزها نقطة مقابلة تماما للشمســ نسبة لأي مراقب ولا يمكن أبدا رؤيــة تلك الدائرة كاملة لانحجابها خلف خط الأفق.

أقوال مأثورة:

بالإمكان اشتقاق (قانون ســنيل) من مبدأ فرمات (Fermat Principle) القائل بوجوب مرور الضوء بمسار يمكّنه من اختزال الزمن لأقل ما يمكن. وضح العالم فينمن (Feynman) المقولة (الغامضة) الســابقة بالتشبيه الكلاســيكي التالي: إذا ما افترضنا أن ســطح البحر يمثل المنطقة ذات معامل الانكسار العالي وساحله يمثل منطقة معامل الانكسار الواطي، فإنّ أسرع السبل التي يمكن أن يسلكها منقذ للوصول إلى غريق في البحر هي بركضه باتجاه الساحل ومن ثم السـاحة على طول خط وهمي ينطبق مع توقعات

قانون سنيل
.Snell's Law
(عن الوكي بيديا).

تمكــن شــخص شــديــد الذكـــاء يحمــــل اســمـا شــديــد الغرابــة (الشــاطر ولي بــرورد – Willebrord Snell) التوصل – ومن خلال تجاربه المختبرية الدقيقة – إلى أن الزوايا المحصورة بين الضوء الساقط والضوء المنحرف والسطح القائم بينهما يمكن أن تخضع لمعادلة رياضية مُحكمة.

مك كوسكي
Mason Mc Cuskey، Special Effects Game Progamming with Directx.
مقتطف من كتابه (تصميم ألعاب الحاسوب باستخدام المؤثرات الخاصة).

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

- ولد [(ولي برورد سنيل - Wille brord Snell) والمعروف أيضا باسم (سنيلس - Snellius) أو (سنيل - Snell) أو (سنيل فان روين - Snell van Royen) أو [ولي برورد فان سنيل فان روين (1580-1626) Willebrord van Snell van Royen] وهو الفلكي والرياضي الألماني الشهير بقانون الانكسار الذي يحمل اسمه في مدينة ليدن (Leiden) في هولندا لأب شغل منصب الأستاذية في الرياضيات. درس القانون في مقتبل حياته ولكنه سرعان ما تحول إلى دراسة الرياضيات التي شغف بها واتقنها حتى شرع بتدريسها في جامعة ليدن بعد حصوله على منصب تدريسيّ مرموق فيها. لقد كان الشاب (سنيل) محظوظا حقا فقد تمكن من مقابلة عددا من مشاهير علماء عصره من أمثال (تيكو براه - Tycho Brahe) و (يوهانز كبلر - Johannes Kepler).

- درس القانون في باريس عام (1602)، وأصدر بعد ذلك ببضع سنين بواكير أعماله العظيمة في مجال العلوم - ألا وهي الترجمة اللاتينية (للأطروحات الرياضية - (Mathematical Memoirs - Wisconstighe Ghedachtenissen) للرياضي والمهندس الألماني، بلجيكي الأصل [سيمون ستيفن (1548-1620) Simon Stevin] والتي احتوت على أطروحاته ونظرياته في حقول الرياضيات والميكانيك والموسيقى وعلم المكتبات والبصريات والفلك والجغرافية.

- صدرت ترجمة سنيل لتلك الأطروحات في عام (1608) تحت عنوان جديد هو (مذكرات رياضية - Hypomnemata Mathematica - Mathematical Memoranda).

- تزوج سنيل في عام(1608) وخلال مسيرته العائلية تمكن مع زوجته من إنجاب ثمانية عشر طفلا، لم يبلغ مبلغ الفتوة منهم إلا ثلاثة، وخلف في عام 1613 والده في منصبه كأستاذ للرياضيات في جامعة ليدن، وجرب في عام (1815)ونجح في استنباط طريقة جديدة لقياس نصف قطر الأرض.

- اعتمدت طريقته المبتكرة والتي نشرها عام (1617) في كتابه القيم (الحساب الألماني - Eratosthenes Batavus - The Dutch Eratosthenes)[1] على حساب المثلثات

(1) Eratosthenes - ايراتوستينس الإغريقي (276-195 ق.م.) رياضي وشاعر وجغرافي وفلكي شهير، توصل الى العديد من الاكتشافات المهمة مثل وضع خطوط الطول والعرض وكان أول إغريقي حسب طول محيط الأرض ومقدار انحراف محورها ويُعتقد أنه تمكن أيضا من قياس المسافة بين الأرض والشمس وكان أول إغريقي يضيف (اليوم للسنة الكبيسة). وضع خريطة

والعلاقـات المثلثية التي قام بها متخذا منزله واثنتين من المـدن المجاورة والمسافات بينها كنقاط مرجع لإجراء حساباته تلك. توصل إلى أن قيمة محيط الأرض يبلغ(38500) كيلو متر – وتعتبر هذه القيمة مقاربة جدا لقيمتها الفعلية البالغة (40،000) كيلو متر بحسابات يومنا هذا.

– ثابـر سنيل بجدية لتطوير وتحسين حساباته مستعينا بطلابه ولكن يد المنون التي امتدت واختطفته مبكرة في عام (1626) حالت دون إكماله لحساباته ورؤيتها للنور من بعده أبدا.

– اهتم بالفلك كذلك، ونشـر فـي عام(1619) العديد من البحوث حول المذنبات. وبعد مرور عامين على ذلك التاريـخ، أي فـي عـام 1621 نشر اكتشافه لطريقة جديدة مبتكرة لحساب النسبة الثابتـة (π) في الدورية المعروفة باسم (الدوائـر وقياساتها – Cyclometricus) وذلك باستخدام (المضلعـات – Polygons) فلقـد استطاع عمليا حسابها إلى أربعة وثلاثـين مرتبة عشرية بتصوره لمضلـع يتألف مـن(1،073،741،824) ضلعا. تعزى تلك الطريقة في حسـاب النسبة الثابتة (باي –π) إلى الرياضـي الألماني [لودولف فإن سيولـن (1540–1610) Ludolph Van Ceulen] الذي استعملها ولم يتمكن أبدا من نشرها. ويعود الفضل إلى (سنيل) في تطوير السبل التقليدية السابقة وإعادة الحسابات والتقريب لقيمة (π) ولكـن باستخـدام المضلعات، فلقد استطـاع – على سبيل المثال استعمال المضلعات ذوات الـ(96) زاوية للتوصل الى حسابها ولغاية سبعة مراتب عشرية صحيحة، في حين لم تتمكن الطرق التقليدية في زمانه إلا على حسابها لمرتبتين عشريتين فقط (وللقراء المغرمين بالمعادلات الرياضية أسوق طريقة سنيل لحساب (باي –π) التقريبي كما يلي:

$$\pi \sim (2/3)n \sin(\pi/n) + (1/3)n \tan(\pi/n)$$

حيث تعني π: المساواة التقريبية لقيمة (π) و n: عدد أضلاع (المضلع) المحيط بالدائرة.

– طور سنيل إمكانياته الملاحية حتى صار حجة في هذا الموضوع بحلول عام 1624، فقد تمكن مـن اختبار صحة منحنى رياضيا أسماه (باللوكسودروم – Loxodrome) وهو عبارة عن مسار

كاملـة للأرض حسب المعلومات المتوفرة آنـذاك (وكان أول من وضع التقويم العلمي) وثبت المناسبات الدينية والرسمية عليه – عن الويكابيديـا – أول من وضـع التقويم الشمسي والقمري كان البابليون عن التقويم السومري وقـد نسب اسم كتاب سنيل هذا إليه. (المترجم).

على سطح الكرة والذي يكون مع (خطوط الزوال – Meridians) زوايا ثابتة دائما. (وخطوط الزوال هي الدوائر العظيمة الخيالية المرسومة على سطح الأرض والتي تمر بالقطبين الجغرافيين الشمالي والجنوبي). نُشرت أعماله وحساباته حول (اللوكسودروم) والملاحة بموجبها في الـ (Tiphys batavus). وللوكسودروم شكل الحلزون الكروي ويمثل الطريق الواجب اتباعه عند السفر عندما تكون إبرة البوصلة المغناطيسية تشير دائما إلى اتجاه ثابت.

– خير ما يعرف به (سنيل) اليوم هو أبحاثه حول انكسار الضوء. والجدير بالذكر أن الموضوع لم يكن جديدا، فقد انتعش الاهتمام به منذ قرون خلت تعود إلى زمن [بطليموس (85 – 165) Ptolemy]. وعلى سبيل المثال، فقد اهتم هذا الجغرافي والفلكي الإغريقي العريق، والذي كان من رواد تينك العلمين بوضع جداول مفصلة لزوايا الانكسار وما يقابلها من زوايه السقوط للعديد من المواد، وتوصل إلى الاستنتاج بأن نسبة زاوية الانكسار إلى زاوية السقوط لابد وأن تكون ثابتة تقريبا لوسطين متلاصقين عند مرور شعاع من الضوء خلالهما، وقد يعبر اليوم رياضيا عن ذلك بالمعادلة التالية: $\theta_1/\theta_2=k_{12}$

– قام (يوهانز كبلر – Johannes Kepler) كذلك بالعديد من الحسابات، سطر فيها زوايا السقوط وما يقابلها من زوايا الانكسار للعديد من المواد، ولكنه لم يتمكن من إيجاد العلاقة الدقيقة بين الزوايا التي قاسها. وجد سنيل في عام (1621) والذي كان يشغل منصب الأستاذية في الرياضيات في جامعة ليدن آنئذ، إن معادلة (بطليموس) البسيطة آنفة الذكر كانت خاطئة وواضب على إجراء تجاربه الخاصة حتى نجح في التوصل إلى القانون الصحيح لعلاقة زاوية الانكسار بزاوية السقوط لسطح التماس بين وسطين، وبذلك وضع (سنيل) قانونه الذي يربط العلاقة بين نسبة جيوب الزوايا وليس بين نسبة الزوايا المجردة ذاتها كما اقترحها (بطليموس) آنفا، ولكن إبداعه لم ير النور، وإنما اقتصر تداول اكتشاف (سنيل) ذاك على شكل مخطوطات بصورة سرية ولم ينشر آنذاك أبدا.

– تذكر معظم كتب الفيزياء المنهجية – ككتاب (ارنولد ارون – Arnold Aron) الموسوم تصور المفاهيم في علم الفيزياء – بأن القانون المذكور كان قد جذب انتباه كل من (رينيه دسكاريه – Rene Descartes) و (هايكنز – Huygens) وقد قام (دسكاريه)

فعلا بنشره في صورته الحديثة في عام(1637)، ويعتقد الكثيرون أن (دسكاريه) هذا كان قد توصل إلى اكتشاف ذات القانون بصورة مستقلة وبالأخص الفيزيائيون الفرنسيون منهم، حيث يُعرف هذا القانون باسم (قانون دسكاريه) هناك.

وكما ذكر سابقا في مقدمة هذا الكتاب فإن اكتشاف وصياغة (قانون سنيل) كان قد تم على يد العديد من البحاثة على مر العصور، فأول من تفهم بصورة صحيحة العلاقة التي تضمها هذا القانون كان الرياضي العربي (ابن سهل – Ibn Sahl) حوالي سنة (984) للميلاد، وقد أعاد الفلكي والرياضي الإنكليزي (ثوماس هاريوت – Thomas Harriot) اكتشافه في عام (1602) ولكنه توفي قبل أن يتمكن من نشره، ومرة أخرى أعيد اكتشاف القانون من قبل (سنيل)، وكان ذلك في عام(1621) ولكن عمله ذاك لم يجد طريقه للنشر حتى عثر المكتشف وجامع المخطوطات الألماني (اسحاق فوسيوس – Issac Vossius) في حوالي عام(1662) على نسخة مخطوطة منه، والتي وجدت طريقها إلى (هايكنز) الذي استطاع أخيرا تفصيل ملاحظاته حول الموضوع في كتابه المنشور عام (1703) تحت عنوان (بصريات الانكسار – Dioptrica).

لم يتمكن سنيل – كما ذكرنا آنفا – من نشر أعماله بصورة نهائية ورسمية أبداً حيث طوى القدر صفحة حياته بُعيد اكتشافه لذاك القانون بسنوات قليلة. أما أول من تمكن من نشره ولأول مرة فعلا بصيغة الدوال المثلثية الجيبية فهو (دسكاريه) في عام (1637) وذلك في كتابه الموسوم (تصحيح السبل – Discourse on Methods)، والذي كان قد نشر فعلا في مدينة (ليدن – Leiden) الفرنسية بمعية كتابه الآخر الذي ضم بقية أعماله وتجاربه حول الضوء وصفاته تحت عنوان (بصريات الانكسار – Dioptrique). ومن اللافت للنظر أن (دسكاريه) هذا وعند نشره للقانون لم يذكر أية تجارب كان قد قام بها لغرض التأكد من صحته أو إثبات فعاليته. فاحت رائحة السرقة الفكرية والاقتباس غير المشروع من عمل (دسكاريه) إلى الحد الذي اتهمه (هيكنز) وغيره من العلماء بسوء التصرف والخُلق... لا أحد ينكر أن سيرة الرجل وتاريخه كانا قد أكدا زيارته لمدينة (ليدن) خلال، وبعد اشتغال سنيل بتجاربه على إثبات قانونه، إلا أن الأدلة المتوفرة لم ترتقِ إلى درجة اتهامه بما نسب إليه.

سُمّيت إحدى فوهات القمر والبالغ قطرها (82 كيلو مترا) باسمه (سنيليوس –

Snellius) تيمنا به، وتم إقرار ذلك في عام (1935) من قبل الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالميين.

مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Arons, Arnold. *Development of Concepts of Physics* (Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1965).

Barry, Patrick L.. "The New Black: A Nanoscale Coating Reflects Almost No Light." *Science News* 171(9): 132, March 3, 2007.

Brooks, Michael. "Illusions of a Starry, Starry Night." *New Scientist*, no. 2502: 30–33, June 4, 2005; contains information on black holes and negative refractive indices.

Hung, Edwin. *Beyond Kuhn: Scientific Explanation, Theory Structure, Incommensurability and Physical Necessity* (Aldershot, Hampshire, U.K.: Ashgate Publishing, 2005).

Leutwyler, Kristin, "New Material Reverses Snell's Law," *Scientific American*, April 9, 2001; see www.sciam.com/article.cfm?articleID=000A27C4-0C1B-1C5E-B882809EC588ED9F.

Lezec, Henri J., Jennifer A. Dionne, and Harry A. Atwater, "Negative Refraction at Visible Frequencies," *Science* (express online publication), March 12, 2007; see www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/1139266v1.

Livio, Mario, "Ask the Experts: Why Do Rainbows Form?" *Scientific American* 295(1): 104, July 2006.

Livio, Mario, "The Quest for the Superlens," *Scientific American*, 295(1): 60–70, July 2006.

Mackay, Tom, Akhlesh Lakhtakia, and Sandi Setiawan, "Gravitation and Electromagnetic Wave Propagation with Negative Phase Velocity," *New Journal of Physics* 7(75): 1-14, 2005; see www.iop.org/EJ/abstract/1367-2630/7/1/075/.

Rashed, Roshdi "A Pioneer in Anaclastics: Ibn Sahl on Burning Mirrors and Lenses," *Isis*, 81: 464–491, 1990; discusses Ibn Sahl's possible discovery of Snell's Law.

Struik, Dirk, "Snel," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

يظهر لي أن فكرة الاستحواذ على الأرض وإعادة بنائها لم تخطر على بال زوارنا الكونيين من خارج مجرتنا (درب التبانة)، أو من أحد أذرعها النائية البعيدة كالـ(إي تيز – E T s)!! ولكن من قبل مخلوقات أعقد وأغرب لابد وأن تكون قد أتت من كون آخر مختلف تماما عن كوننا هذا، حيث تتحكم بهم

وتسيطر عليهم مجموعة مغايرة كليا من القوانين تختلف جذريا عما عهدناه في كوننا هذا!! لقد تصادمت بل وتطاحنت الحقيقة الإنسانية التي تعتمد على (قوانين اينشتين) مع الحقيقة الإنسانية المغايرة تماما والتي جاء بها العلماء الذين سبقوه حتى تلاشت (وأُسقطت بالضربة القاضية) عند خط تماس الأولى بالثانية!! والآن... ها لقد فتحنا الباب على أنفسنا لتوقع كافة الاحتمالات في عالم علمي متحضر لا يمكن أن نجد أنفسنا نعيش في مثيل أسوأ منه أبدا.

كونتز

Dean Koontz، The Taking

مقتطف من كتابه (الاستحواذ)

لا تتضمن معادلة (سنيل) أي عنصر من عناصر السببية، ولا تتضمن أية شروط مسبقة، ولا تفسر لأي من العناصر المسببة للتغيير. إن الشعاع الساقط في ذاته لا يسبب الانكسار بل هي صفة أزلية له وجزء منه. وكما بإمكاننا التساؤل عن الأسباب التي تدفع الكواكب إلى سلوك مداراتها على الشكل الإهليجي كما وصفه (كبلر)، فإننا نستطيع أن نتساءل لم على أشعة الضوء أن تتبع (قانون سنيل)؟ ولكننا لن نجد الجواب لمثل هذين التساؤلين أبداً، وذلك لأن كلتا العلاقتين هما من المسلمات ؛ قبلتها الفيزياء الكلاسيكية أم لم تقبلها، ولا سبيل لنا، لتفسيرها أكثر، ولا تتضمن أي عنصر يدلك على سببيتها.

فينرت

Friedel Weinert، The Scientist As Philosopher، Philosophical Cousequences of Great Scientific Discoveries.

مقتطف من كتابه: (العالم كفيلسوف - الخلفية الفلسفية لعُظميات الاكتشافات العلمية)

غالبا ما يجد الفيزيائيون أنفسهم مرغمين على ابتكار العديد من الكلمات والمصطلحات لتوضيح بعض المفاهيم التي لم يجدوا لها أي مشابه أو أساس في حياة الناس اليومية. لقد انسوا الابتعاد عن الاستعارات والتعابير الجديدة الغريبة واستأنسوا بالركون إلى استخدام التشبيه والمحاكاة لتوضيح ما يودون تفسيره. كان بإمكانهم مثلا، تفسير كل ظاهرة جديدة أو قانون وليد

اعتمادا على ظاهرة معروفة أو قانون تليد. ولكن الكل يتفق أن في كلام وتوضيح وتشبيه المفاهيم الفيزيائيـة مـن قبل (الفيزيائيين)، القديمة منها عامة والجديدة منها خاصـة لمـن الغرابة والتعقيد إلى الدرجة التي لابد أن يساورنا الشك والقلق بشأن حالتهم النفسية والعقلية لولا علمنا المسبق أنهم يتكلمون بلغة اسمها لغة الفيزياء.

كارل سيكان

Carl Sagan، Contact

مقتطف من روايته في الخيال العلمي (الاتصال).

لعلنا لا نجافي الحقيقة في شيء إن اعتبرنا موضوع (الهندسة الرياضية) أقدم فروع (علم الفيزياء) على الإطلاق، بدونها لم أكن لأستطيع التقدم خطوةً واحدةً على طريق تحقيقي لنظريتي في النسبية.

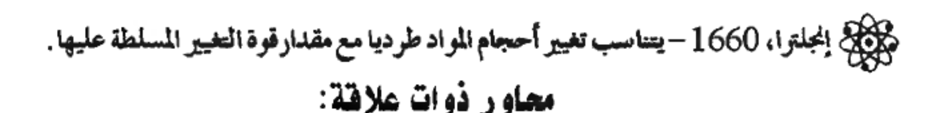
اينشتين

Albert Einstein، in his address، (Geometry and Experience) to the Prussian Acodemy of Science، 1921

مقتطف من خطاب له بعنوان (الهندسة والخبرة).

قانون المطاوعة لهوك

HOOK'S LAW OF ELASTICITY



إنجلترا، 1660 – يتناسب تغيير أحجام المواد طرديا مع مقدار قوة التغيير المسلطة عليها.

محاور ذوات علاقة:

قانون نيوتن للجذب العام (NEWTPN'S LAW OF UNIVERSAL GRAVITATION)، وقانون بويل للغازات (BOYLE'S GAS LAW).

من أحداث عام 1660:

– استقرت موجات هجرة القرويين الألمان في إفريقيا الجنوبية.

– وصلت خزانات المياه المصنعة في فرنسا لصالح إنكلترا إليها.

– قدم الفيلسوف الطبيعي الايرلندي (روبرت بويل – Robert Boyl) ولأول مرة تجارب ونتائج أبحاثه حول إمكانية قتل الحيوانات الصغيرة وإطفاء النيران المشتعلة إذا ما حرم من الهواء. واستنتج من ذلك وجود علاقة ما بين عمليتي التنفس والاحتراق.

نص القانون وشرحه:

ينص قانون مرونة (هوك) على أنه في حالة استطالة جسم معين، أو قضب معدني ما، أو نابض بمسافة مقدارها (x)، فإن (x) ستتناسب مع مقدار قوة الممانعة (F) التي سيبديها ذلك الجسم للقوة المسلطة عليه. كما في المعادلة التالية:

$$F = -k x$$

حيث (k) هو ثابت التناسب والذي غالبا ما يشار إليه (كثابت النوابض) حينما يُطبّق القانون السابق عليها، ويمثل هذا القانون تقريبا مقبولا وقابلا للتطبيق على بعض المواد مثل مادة الصلب (Steel) والتي تسمى (بمواد هوك) نسبة إليه، ولأنها تستجيب لقانونه ضمن مجال واسع من الحالات. أما بالنسبة للكثير من المواد الأخرى، كالألمنيوم مثلا فتعتبر تطبيقات

قانون هوك عليها محدودة جدا ولا تستجيب له إلا ضمن نطاق ضيق جدا من حيز مرونتها. وتعتبر المواد المطاطية من بين تلك التي لا تحتوي على (صفات هوك) بالنظر لاستجاباتها المعقدة لتأثيرات القوى المسلطة عليها. فعلى سبيل المثال تتحسس انضغاطية مثل تلك المواد بشدة لدرجة الحرارة المرفوعة إليها وتتبدل حسب مقدار التغيير في القوة المسلطة عليها.

يمر ذكر قانون (هوك) على طلاب المرحلة المتوسطة في دراستهم لفيزياء النوابض حيث يربط هذا القانون علاقة القوة (F) المسلطة على نابض ما لغرض شده (وتساوي (F) قوة ممانعة ذات النابض لتلك القوة) مع مقدار تمدده للمسافة (x). ويقاس (k) وهو ثابت النابض بوحدة القوة لكل وحدة طول. وتكتب المعادلة بعلامة سالبة وكما يلي:

$$\boxed{F = -k\,x}$$

للدلالة على أن القوة المتولدة في النابض تعاكس بالاتجاه مسار تمدده. فعلى سبيل المثال، إذا ما سلطنا قوة معينة على نابض لغرض شد نهايته إلى جهة اليمين فإن النابض ذاته سيولد قوة (ممانعة) لذاك الشد ويكون اتجاهها نحو اليسار، أما إزاحته فستُحسب من نقطة الشروع والانطلاق حيث (X = صفر). ويوفر لنا (ثابت النابض k) مؤشرا واضحا لمقدار تحمله، فالقيمة الكبيرة له تعني صلابته والقيمة المتدنية تعني ارتخاءه. والآن إذا افترضنا تعليق كتلة ما في نهايته – كمثال آخر – وكانت تلك النهاية عند نقطة شروع مقدارها (0.300 متر) والكتلة المعلقة مقدارها (0.200 كغم) فسيتمدد النابض وتصل نهايته إلى نقطة جديدة هي (0.330 متر). وعليه يمكننا حساب مقدار الإزاحة بطرح القيمتين فنحصل على (0.030 متر). ولما كانت قوة ممانعة النابض تعادل دائما وزن الكتلة المضافة إلى نهايته الحرة والتي يمكن حسابها بضرب الكتلة بالتعجيل الأرضي (ك x ج = 1.96 ن و(نون = نيوتن) هو قوة جذب الأرض للكتلة ك ويساوي وزنها)، فيمكننا حساب ثابت النابض (k) الذي استوجب تعليق كتلة مقدارها (1.96 نيوتن) لتحقيق إزاحة مقدارها (0.030 مترا) كالآتي:

$$\boxed{k=1.96/0.030= 65.33\ N/m}$$

ينطبق (قانون هوك) بدقة على الإزاحات القصيرة للأجسام. وقد يُعبر عنه أحيانا

بمصطلحات أخرى كالشدّ – Stress (ويُعرّف بأنه القوة المتولدة داخل المادة نتيجة تعرضها لقـوة خارجية مسلطة عليها)، والاستجابـة – Strain (وتُعرّف بأنها مقـدار التشوه الناتج مـن تعريض أي جسـم لقوة شد) هذا ويتناسـب الحدان في نطاق ضيق لقـوى الشد، ومن الجدير بالذكر أيضاً اعتماد قيمة (K) على طبيعة المادة المكونة للجسم قيد الدرس وعلى أبعاده وشكله. ويمكننا التعبير عن قانون هوك باستعمال مصطلحي الشد والاستجابة كالآتي:

Stress/ Strain = E (Modulus of Elasticity)

الشد/ الاستجابة = المطاوعة

والتي تُعرّف كذلك (بمطاوعة يونك)، والتي يمكن قياسها بوحدات الكيلوغرام/ المتر المربع أو بوحدات اللبرة (الباوند/ الانج المربع).

بينـت مناقشتنا أعلاه تصرف المـواد وإزاحة الأجسام في اتجاه واحـد أي في بعد واحد. وقد قام الرياضـي الفرنسـي [اوكستين لـوي كوشـي (1789–1857) Augustin Lois Cauchy] بتعميـم (قانون هـوك) ليشمل القوى المسلطة بثلاثة أبعاد على الأجسـام المطاوعة، وبحيث تعتمد مثـل تلك العلاقة المعقدة على ستة عناصر للشد تفعل فعلها لتوليد ستة من عناصر الاستجابة، وعليه تتولد لدينا علاقة معقدة من عناصر الشد والاستجابة تكتب على شكل مصفوفة ذات (36) حداً.

أما ما يحدث حقا داخل الكيان البلوري لأي عنصر أو فلز يُعرض للشد، فهو إزاحة مؤقتة لذراتـه القابلـة للحركة داخل كيانـه ذي الأبعاد الثلاثة والتي تزول لترجـع كافة الذرات إلى اصطفافها السابق (أي إلى شكل الفلز السابق) حال زوالها.

للفضوليين فقط:

- كان هوك من أشد المتحمسين والمدافعين عن نظرية التطور البيولوجي في الوقت الذي آمـن غالبية المتعلمين والمثقفين بـ (كتاب التكويـن – The Book of Genesis) فوجدوا أنفسهم في غاية الحرج أمام الأدلة العلمية (للأحافير والمتحجرات – Fossils).
- لقد احتدم الصراع والنزاع والكره بين (هوك) و(نيوتن) والذي كان السبب في ضياع

العديـد من اختراعـات الأول. لقد بلغ مقت نيوتن لهوك درجة جعلته يصـر على إزالة كافة صــوره من غـرف وقاعات المجمع العلمي الملكي، كما وحـاول إقناع المجمع مرارا برفض أعماله وحثهم حتى على حرق كتبه وأوراقه.

• أُعيـد اكتشـاف مخطط أحد اختراعات هوك – وهو جهـاز لقياس العمق البحري عام (1950) في مكتبة كلية (ترنتي – Trinity) في (كمبردج – Cambridge).

• أعيـد نبش رفاة (هوك) في القـرن الثامن عشر، فتبعثرت بقايا قبره وشاهدته في دهاليز المجهول.

• اختـرع (هـوك) آلة تعتبر شكلا مبكـرا لمساعدة الصم على السمـع أسماها (المسماع الذاتي – Otocousticon).

• اقتنى المجمع العلمي الملكي في عام (2006) مخطوطة نادرة يعتقد أنها (لهوك) يعود تاريخها إلى القـرن السابع عشر بمبلغ (1.75 مليون دولار)، شملـت كل ما جاء في، والتفاصيل المذكورة خـلال اجتماعاته ومحاضرهـا، وفيها عرّى هوك خصميه ؛ اسحاق نيوتـن (Issac Newton) وروبـرت بويـل (Robert Boyle) وادعـى سرقتهما لأفكاره. كما سخـر أيضا في ملاحظاته تلـك من خرف صانع الميكروسكوبات الألماني المعـروف (انتون فان ليفنهوك – Anton van Leeuwenhoek) والذي (كان كثيراً ما يذكر ويسجل رؤيته للعديد من – الحيوانات – الصغيرة من تحت عدسة مجهرة، خلال موجات هذيانه في حين قلما كان يجدها في صحوته).

من أقوال العظماء:

لم يظلم وينســى التاريخ شخصا كما ظلم ونسي (روبرت هوك) الذي يعتبر من أعظم ما أنجبته البشرية مـن فلاسـفة الطبيعة والعلم. لقد كان الرائـد والمبتكر والمخترع لـ... بؤبؤ الحجـاب الحاجز للكاميرات وآلات التصوير وللمفصل ثلاثي الاتجاهات المستعمل في السيارات، وللرقاص الدائري للساعات، وكان أول من ابتدع كلمة الحجيرة (Cell) واستعملها في علم الأحياء وكان... (من بين ما برع فيه من أعمال) معماريا ومجربا فذا وفلكيا نطاسـيا... ومع كل ذلك لم يُعرف إلا بقانون المطاوعة الذي حمل اسمه. كان

هوك آخر عظماء فترة التنوير في أوربا وكان (ليناردو دافنشي الإنكليز) بلا منازع.

عن مركز روبرت هوك العلمي

(www.roberthooke. org. UK)

لقد مني روبرت هوك بسوء الطالع ولاحقه النحس منذ ولادته وحتى وفاته..!! لقد كان شخصا سيئ الهيئة أكسبته إصابته بالجدري منظرا قبيحا ويتّمه والده (بانتحاره) ولما يبلغ الثالثة عشرة من عمره. سُرقت أكثر أعماله وشُهرته وجُلّ بنات أفكاره ودُمرت الكثير من اختراعاته – عن قصد – أو فُقدت بعد وفاته في عام (1703).

سمث

- Maurce Smith، (Robert Hooke، The Inspirational Father of Modern Science in England).

من كتابه (روبرت هوك - الأب الملهم للعلوم الحديثة في إنكلترا)

لقد كانت سرعة الانتقال من الفكرة إلى استبصار تطبيقاتها من أهم سمات هوك الفكرية... لقد كان بإمكانه إمطارك بفيض من الأفكار الملهمة اللامعة بلا توقف.

وستفول

Richard Westfall، (Robert Hook)، in Dictionary of Scientific Biography

من المدخل المخصص له في (معجم سير العلماء الذاتية).

آمن هوك: (بقابلية واستطاعة الآلات على توسيع مداركنا وإحساسنا بما حولنا وجعل حواسنا أكثر مصداقية وثقة، فلابد من تجهيز كافة المنشآت بالآلات... بل ولابد لنا من الشروع والاستمرار في إضافة الجديد منها إلى الطبيعة)، لقد شجع ليس على استعمال ما هو موجود فعلا من مكروسكوبات وتلسكوبات آنذاك فحسب، ولكنه حثّ أيضا على استنباط ما يمكننا من الإحساس بـ... ودراسة (المغناطيسية)؛ تلك الظاهرة التي لم تكن بيّنة لعيان الجميع آنذاك بعد.

بَنَتْ

J. A. Bennett، (Robert Hooke as a Mechanic and Natural Philosopher

مقتطف من كتابه (روبرت هوك، الميكانيكي والفيلسوف الطبيعي).

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

[روبـرت هـوك (1635-1702) Robdrt Hooke] رياضـي وموسوعي وفيزيائي إنكليـزي اشتهـر بقانـون المطاوعة الذي يحمـل اسمـه... وبالعديد من الأعمـال النظرية والتجريبية.

- ولـد (روبرت) لأب متدين علـى إحدى الجزر البريطانية المسمـاة (ويت - Wight) والواقعـة على الساحل الجنوبي لإنكلترا. أراد له والده دخول السلك الكنسي ولكنه سرعان مـا تنازل عن طموحه لولـده بسبب كثرة علل الابن وشكواه الدائمـة من الصداع. لم تتوقع العائلـة أن يعيش (روبرت) طويلا فلم تعر لتعليمه بالا ولا اهتماما، وتُرك بلا دراسة ليمارس ما تميل إليه نفسه وليعمل ما يسوقه إليه هواه. شغف بالألعاب الميكانيكية والساعات وما شابه ذلـك، ونما لديـه حب التفكير والابتكار فاخترع ساعة خشبيـة وبنى نموذجا مصغرا لسفينة كاملة التجهيز، بما في ذلك مدافعها التي تطلق النار.

- قـرر والده الذي كان قد أصيب (باليرقان)[1] عـام (1648) إنهاء معاناته وكمده الذي طـال فشنق نفسه. قررت العائلة المفجوعة بفقيدها الرحيل إلى لندن لاستثمار موهبة الشاب روبرت بالرسم وإلحاقـه كمتدرب تحت يد أحد الفنانين في مرسمه، ولكن الشاب الطموح سرعـان ما فقد اهتمامه بذلك وصار يبحث عن تعليم أعمق واكثر تعقيدا وأهمية فعقد عزمه على الالتحـاق بمدرسة وستمنسـتر (Westminster School) ونجح في ذلك أيما نجاح حتـى أنـه (التهم) الأجـزاء الستة لكتاب (العناصـر - Elements) الشهير لـ (اقليدس - Euclid) ولمـا ينصـرم الأسبوع الأول من دخوله إلى تلك المدرسة. ظهر نهم (كوك) جليا ومبكـرا للتحصيل العلمي والاستزادة فتعلم وأتقن اللاتينية والإغريقية وشيء من العبرية كما بـرع في العزف علـى الأرغن. وداوم في سعيـه ذاك، فدخل عـام 1653(كلية كرايست -

(1) Jaundice - أو أبو الصفار - فشل تعامل الكبد مع مادة البليروبين وطرحها حرّة إلى الدم مما يؤدي إلى اصطباغ عموم الجلد وقرنية العين بالأخص باللون الأصفر.(المترجم)

Christ College) في أكسفورد، حيث درس علمي الفلك والميكانيك، هذا وقد برع هوك خلال حياته وتميز بقابليته على هضم واستيعاب العديد من الحقول العلمية فتوسعت اهتماماته وتشعبت دراساته حتى شملت:

- العديد من حقول العلم كالفيزياء، وعلوم الفلك، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض، والهندسة المعمارية، وحتى تقنية الملاحة العسكرية البحرية. وكثيراً ما تزاحمت الأفكار داخل رأسه حتى أنه كان كثيرا ما يُرى وهو منشغل بالعديد من الأعمال، منغمساً بالكثير من المشاريع، في مواضيع مختلفة في ذات الوقت.

- في عام (1655) عيّنَ (روبرت بويل 1691 - Robert Boyle(1627)) الشاب (هوك) مساعداً له لبناء مضخة الهواء التي كان (بويل) بصدد إنشائها لإكمال تجاربه اللازمة لوضع الصيغة النهائية لقانونه في الغازات، ويعتقد بعض المؤرخين أن (هوك) نفسه هو من كان وراء الصياغة الفعلية (لقانون بويل) المذكور ولكن لا أحد يعلم ما كان دوره بالضبط في تلك التجارب.

- في الوقت الذي كان فيه (هوك) مشغولاً بتجاربه في موضوع الغازات مع (بويل)، كان منغمسا أيضا في تجاربه وأعماله لتحسين الساعات، وخصوصا تلك التي سيكون بإمكانها ضبط الوقت على السفن وسط المحيطات والبحار. لقد أدرك هوك - وفي وقت مبكر - عدم جدوى البندول لضبط الساعات على السفن المترنّحة بفعل الأمواج، وعليه فقد فكر ببديل آخر، ووجد أن استخدام (النوابض بدل الجاذبية) لهو الحل الأمثل لتزويد مثل تلك الساعات الميكانيكية بالطاقة. شرع هوك في تنفيذ أفكاره في أواسط عام (1658) ونجح في بناء ساعة تُدار بنوابض حلزونية كما استطاع تطوير وتحسين طرق نقل الحركة الميكانيكية فيها وزيادة دقتها.

- وفي الوقت الذي كان فيه منغمسا في تجاربه حول الساعات، اكتشف قانونه المعروف باسمه الآن، والذي حاول تطبيقه على ساعاته وإيجاد العلاقة بين قوة الشد المسلطة على نوابضها الحلزونية ومقدار مطاوعتها ومرونتها لتقبُّل مثل ذلك الشد. ولكنه لم يتمكن من نشر قانونه ذاك وجعله في متناول العلماء وإيصاله إلى إدراك العامة إلا في عام (1678).

ومـن الجديـر بالذكر هنا أنه على الرغم من كون ذلـك القانون لا يمثل فتحا مبينا في تاريخ الاكتشافات ولا الاختراعات إلا أنه لم يسبقه أحد إليه دقة ووضوحاً.

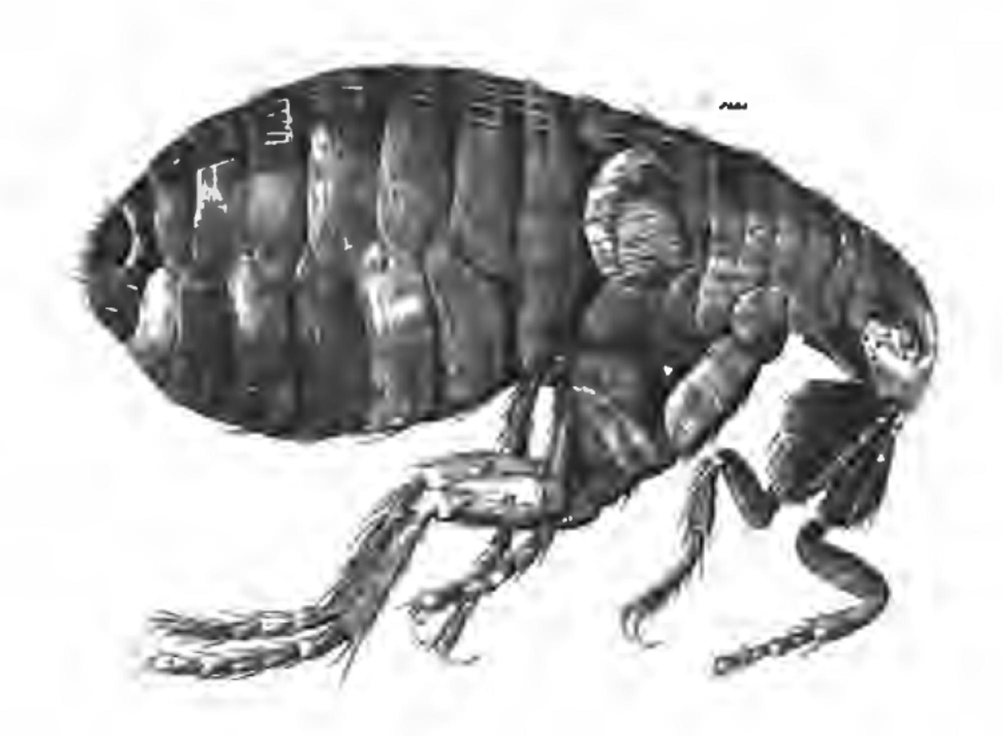
– تمكن هوك في عام (1664) من تسجيل وجود بقعة على الحزام المحيط بكوكب المشتري، كان ذلك لأول مرة، ولأول مرة اعتقد هوك أن ما رآه وما شاهده الفلكيون بعده انما هو احدى الظواهـر الثابتة لذاك الكوكب وليس مجرد ظل لأحد أقماره عليه. هذا ومن الجدير بالذكر أن هوك كان وبمعية بعض فلكيي تلك الحقبة العظام من أمثال الفلكي الإيطالي [جيوفاني دومنيكو كاسيني (1712 – 1625) Giovanni Domenico Cassini]. والرياضي والفيزيائي الألماني الشهير [كرستيان هيكنـز (1695 –1629) Christiaan Huygens] من أوائل الفلكيـين الذين نذروا أنفسهم لمراقبة سطح كوكب المشترى ذي الحلقات المذهلة بدقة وروية منقطعتا النظير.

– تسنّم في عام (1665) كرسيّ الأستاذية في الهندسة في كلية (كريشام – Gresham) بلندن والـذي مكنه من التمتع بمزية السكن الجامعي في الكلية وإلقاء المحاضرات في اللغتين الإنكليزية واللاتينية على حساب تعهده الشخصي بعدم الارتباط والزواج خلال فترة بقائه في الكلية.

– وممـا يشهـد لـه التاريـخ ؛ قيام هوك في عام (1665) بنشر كتابه القيم (المايكروغرافيا – micrographia) أو الموجـز، والـذي كان قد نشر فيه صورا مذهلة لكثير من مشاهداته الميكروسكوبيـة مع ملاحظاته للعديد مـن النماذج المتنوعة والتي تفاوتت ما بين نماذج نباتية ونمـاذج حيوانية، وحشـرات متنوعة كالبراغيث مثـلا. لقد كان هـوك أول من صاغ كلمة حجـيرة (Cell) وعنى بها وحدة بناء الكائن الحي سواء نباتيا كان أم حيوانيا ولعل ملاحظته المستمرة لوحدات بناء النبات (الحجيرات أو الخلايا) وفي مقارنة لها ببيوت النساك المحفورة في الصخور والجبال ما ألهمه إطلاق ذلك الاسم عليها وقد وفق في تلك التسمية كل التوفيق، وإليك ما كتبه في كتابه (المايكروغرافيا) حول وصفه لوحدات بُنية قطعة من الفلين حين قال:

((لعل خير ما يخطر على بالي عند تمعني وفحصي لكل تلك الثقوب هو تشبيهها بخلية النحل، هذا وإن كانت لا تضاهي خلايا النحل في هندستها ونظامها حقا إلا أنني متأكد

- والحق يقال - بأني لم أر أبدا ما يشابه مثل تلك (الثقوب) أو (الحجيرات) من قبل، ولعلي على يقين من عدم رؤيتها من قبل أحد غيري لأنني وببساطة لم أقع على أي نص لكاتب أو ملاحظة لعالم سبق وأن وصف ما أشاهده الآن بأم عيني)).



البرغوث، مقتبس من (المايكروكرافيا)، مؤلف هوك الذي نشر عام 1665.

كان للمؤلف الضخم والعمل العظيم الذي قام به (هوك) والمسمى (بالميكروكرفيا أو الموجز) صدا واسعا اهتم بتحقيقه ودراسته الكثيرون، من أمثال (روبرت وستفول - Robert Westfall) الذي كتب عن ذلك العمل في معجم سير العلماء الذاتية ما يلي:

(ستظل (الميكروكرافيا) قمة الإنجازات العلمية في القرن السابع عشر بلا منازع، حيث ضمت بين دفتيها باقة عطرة مفصلة من الدروس والعبر من شتى ممالك الحيوان والنبات وعالم المعادن.

وأهم ما يميزها فوق كل ذلك إلقاءها الضوء وفتحها الباب على مصراعيه على أهمية المجهر وما يمكن

أن يقدمه هذا الجهاز العلمي الفريد لعلوم الأحياء).

لقــد شغل (روبرت هوك) إضافة إلى كل ما سبق، منصب عمــدة (مدينة لندن) وقد أشرف بنفسه، وساعد بجدارة في عمليات إعادة إعمار المدينة بعد الحريق العظيم الذي دمرها عام (1666). ومن بين أعمالــه بُعيد ذلك الحادث، قيامــه بتصميم العديد من المباني مثل مستشفى بثلم الملكية (Bethlem Royal Hospital) والكليــة الملكية للأطبــاء (Royal College of Phsicians) حتى إن قبة كاتدرائية القديس بول (St. Paul's Cothedral) كانت قد شُيدت وفق تعاليمه في البناء.

من بين ما شغل به هوك، واستنزف الجزء الوفير من وقته، كان دراسته لعلم طبقات الأرض ولعلــوم الحفريات، وقــد شاعت في زمانه وانتشرت العديد مــن النظريات التي تفسر مصدر المتحجــرات والأحافــير الحيوانية والنباتية، والتي كان كثيراً ما يعــثر عليها العلماء والعامة في مختلــف الغابات والجبال، وعند ضفاف الأنهار وقرب سواحل البحار. ومن بين أغرب تلك النظريــات - التــي كانت واسعة الانتشار، بــل وشديدة القبــول في ذاك الزمان - تلك التي افترضــت (نمو) المتحجرات داخل جوف الأرض بطريقة تُشابــه إلى حد ما (نمو) الأجنة في الأرحــام، فلقد أفترض وجود (قــوة تشكيل غامضة) لها قابلية توليد الصور المتحجرة لكافة المخلوقات وطبعها على الصخور. نال (هوك) شرف كونه أول من أماط اللثام عن أسرار عالم المتحجرات بواسطة مجهــره، فقد لاحظ التشابه التام بين أشكال وتفاصيل الأخشاب ونجوم البحر المتحجــرة، مع مثيلاتها من الأخشاب والأصــداف الطبيعية فقام بتسجيل ملاحظاته بدقــة وأتقن مقارنة الأخشاب الطرية بمثيلاتها المتعفنة ثــم بأشباههما المتحجرة واستنتج بعد طــول بحث وتمحيص بــأن للخشب إمكانيــة التحول إلى حجر عبر عمليــات تحلل متعددة ومعقدة وعبر فترات طويلة جدا من الزمن فكتب يقول في (الميكروكرفيا) البديعة:

((لقد استحالت هذه الأخشاب المدفونة وخلال فترات مكوثها مغمورة ومشبعة بالمياه المتقادمة (اي تلك التي تشــبعت بالحجارة الدقيقة والجزيئات الضــئيلة)[1]، وبواسطة

(1) لاحظ عدم إتيان هوك على ذكر (الأملاح الذائبة في المياه) كون مصطلحات الأملاح والمركبات لم تكن قد عرفت بعد. (المترجم).

الانفصـال التدريجي والمتكرر عبر الزمن للجسـيمات الحجرية من الماء المتغلغل ما بين طياتها وأجزائها، والذي فعل فعل المادة الناقلة أو الواسـطة الحاملة لها وترسيبها ليس فقط إلى داخل ثقوب الأخشـاب المجهرية (ويقصـد بها حجيرات وخلايا الخشـب)، وإنما سـاعد في تغلغلها إلى الأغشية الفاصلة بين تلك الثقوب أيضا، وعليه يظهر لي من خلال النظر إليها عبر المجهر أنها متحجرة قاسية وصلبة، إضافة إلى احتوائها على كافة تفاصيل مثيلاتها اللائي نراهن طرية بين أيدينا)).

لقـد استطاع (هـوك) التوصل إلى... بل وآمن بحقيقة (الانقراض) حين قال: لاشك أن العهود الغابرة والأزمان البعيدة كانت قد شهدت وجود العديد من أنواع المخلوقات التي لا نجد لها أثرا اليوم، وليس من المستبعد – بناء على ذلك – أن يكون ما نشاهده الآن هو أنواع جديدة حديثة منها لم تكن موجودة آنذاك.

لقد بهرت (الميكروكرافيا) السواد الأعظم من الناس لاستطاعة هوك – فيهـا – النظـر إلى، ووصف العديد من الأشياء المعتادة بطريقة بدت في منتهى الغرابة والإعجاب مثل رؤية رأس الإبرة المدبب على شكل (جزة) كبيرة تحت عدسة المجهر، ولم يأل جهدا للنظر إلى، ووصف كل مـا وقعت عليه عيناه وامتدت له يداه بما في ذلك القمـل والبراغيث وإبر النحل العاقصة وأعين الذباب!!... والتي مثلت صورا جذابة مذهلة كانت الملهم الأساسي، والصّوان القادح لأفكار العديد من العلماء والكتاب والعامة والحافز لقرائحهم جميعاً.

لقد أبدع (ألن دريك – Allen Drake) في وصف وإخراج مساهمات (هوك) وما أضافه لعلم طبقات الأرض في كتابه الموسوم: (العبقري المضطرب: روبرت هوك وأفكاره الحجرية) حين قال:

لقـد انبهر كل خبير بعلوم الأرض وتعجب حينمـا اطلع على كتـاب روبرت هوك (الإفصـاح عن أسرار الهزات الأرضـية) لما امتاز به من قابلية فذة للتنبؤ، وحدس فريد لاسـتشراف ووضـع الفرضيات الخاصـة بتكوين الأشـكال والتضـاريس الأرضية، وتفسير مصدر المتحجرات وشرح نظرية التطور... إلى ما هنالك من توضيح للكثير من التغيرات والتقلبات والتي ما فتئت تحدث على هذا الكوكب. وعليه فليس من المحاباة

اعتبار (هوك) واحدا من أكابر علماء الأرض في التاريخ كما كان الموجد والمطور للكثير من الحقول العلمية والتكنولوجية الأخرى.

شغف هوك بعلوم التنفس وهام بفهم طريقة عمل الرئتين. ففي إحدى تجاربه اقنع أصحابه بضخ الهواء خارج خزانة حديدية ضخمة محكمة حبس نفسه داخلها!!

لم تسعفني مصادري في الاهتداء إلى ما دار في خلد هوك وما أراد أن يستنتجه من وراء تلك التجربة ولكن ما يؤكده التاريخ وتدعمه المصادر هو أنه بعمله ذاك كان قد أتلف أذنيه وأسلم نفسه للصمم من جرائها!! ومن المرجح أنه كان يروم دراسة واختبار تأثيرات انخفاض الضغط الجوي على أجساد البشر. هذا وقد عمل في تجربة أخرى على فتح صدر كلب وإيقاف حركة رئتيه وإخراجهما من صدره، ثم عمد إلى إلصاقهما ببالون مطاطي يجهزهما بالهواء باستمرار وذلك من أجل دراسة أهمية القفص الصدري، وكيفية عملهما في فعالية التنفس خارجه.

لقد كان هوك مخترعا غزير الأفكار والإنتاج بلا منازع في ميدان ابتكار وتطوير الساعات، ولعله من الأرجح أن يكون قد اخترع (النابض القبان) الذي يتمدد بفعل الثقل المعلق به ويرتد إلى موضعه الأول دالا على وتيرة منتظمة. وقد درس الألوان المتولدة من مراقبة الأغشية الرقيقة وطبقات (الميكا)، كما درس، واخترع، وطور العديد من أجهزة القياس (كالبارومتر – Barometer)، وهو المضغاط لقياس الضغط الجوي و(الانيمومتر – Anemometer)، وهو المرياح لقياس إزاحة الرياح و(الهيكروميتر – Hygrometer)، وهو المرطاب لقياس درجة الرطوبة في الهواء، ولقد استوحى هوك فكرة اختراعه لذلك المرطاب من ملاحظة ذكية طريفة عندما تأكد من أن شعر ذقن العنز يلتوي عند جفافه ويستقيم عند ترطبه! مما يعكس دقة ملاحظة اتسمت بالحدة ورجاحة عقل اتسمت بالعبقرية. ومما يؤسف له أن مخترعنا العبقري هذا كان متبرما بحاله، غير راض على تقييم زملائه له، آسفا على نحوه منحى المخترعين، رغم شغفه المتناهي بتلك الصنعة، فعلى سبيل المثال إليك ما كتبه (جم بنت – Jim Bennett) عن المعاناة والمرارة التي تجرعها صاحبنا في حياته وبين أقرانه في كتابه (روبرت هوك: الميكانيكي والفيلسوف الطبيعي) حيث قال:

((طعمت المرارة معظم محاضرات كوك وأطروحاته في أواخر أيامه، حيث كثيراً ما يمكنك

إحســاس لوعته وهوانه على نفسه يتدفق من بين ســطور ما كتبه ويتجسد من بين حروف ما تفوه به، فلقد عاني هو بنفسه وآمن بمصير المخترعين المشترك فوصف معاناته ومعاناتهم من التهكم والســخرية وقلة الاهتمام والإهمال والحيف، رغم ما يحف بصنعتهم تلك من صــعوبات ومضــايقات تجبرهم دائما على طلب الكفاف والاقتصاد، فهم مظلومون أينما حلوا؛ تُطمس حقوقهم وتُسرق جهودهم وغالبا ما يُنسب الصالح من أعمالهم لغيرهم...))

ذاك كان المناخ الذي عاش فيه هوك وعاصره، ولكن إصراره على المواجهة والمطاولة كان قد أكــد أصل معدنه وشرف هدفه، الأمر الذي هداه إلى اختراعات وأفكار أخرى، منها اقتراحه الحصيــف باختيار درجة حــرارة (الصفر) كعلامة للدرجــة انجماد المــاء، واختراعه للمنفاخ الهوائــي الذي ظل قيد الاستعمال لسنين طويلة، وتمكنه مــن تصميم وبناء أقوى المجاهر في زمنــه حتــى إنه تمكن من رفع قوة التكبــير إلى 30 مرة. كما أنــه كان أول من ابتكر (المفصل العملــي الشامل– Uneversal Joint) وأول من اخــترع المرقاب الفلكي(التلسكوب – Telescope) الكريكــوري[1] العاكس (وهو مرقاب تتوســط قلبه مرآة أساسية على شكل القطع الناقصــ – Parabolic)، كما كان أول إنسان شهد له التاريخ اكتشافه لنجم ثنائي، وهــو الإسم الذي يطلق على تشكيلة من نجمين يدوران حول مركز كتلتيهما، كما كان أول من اقترح – وبعبقرية منقطعة النظير – مبدأ التربيع العكسي للتعبير عن تصرف قوى الجاذبية، إلا أن الوسيلة الرياضية لإثبات ما ذهب إليه لم تكن في متناول يده آنئذ. ولكن الحقيقة ستظل ماثلــة تشهد بفضل أفكار (هوك) وطروحاته علــى بلورة أفكار (نيوتن) ونظرياته حول ذاك المبدأ رغم فشله هو نفسه في اكتشافه.

لقــد كره (هــوك) و(نيوتــن) أحدهمــا الآخر ومقتــه لسنين طويلــة تخللتهــا العديد من السجــالات، وتربُص أحدهما بالآخر، فقلد استشاط نيوتــن غضبا في عام (1672) حينما

(1) (1) نسبة إلى Pope Gregory I – أحد القساوسة العظام (540 – 604 ق.م) وسمي بالقديس، وبكريكوري المتحدث وكان كاتبا مستنيرا ملهما وقد شغل منصب طبيب الكنيسة وأحد الآباء الست اللاتينيين، ويعتبر آخر البابوات الصالحين وهو مثال الموسيقيين والمغنين والطلاب والمعلمين في المسيحية، ومنح اسمه لقبا لمن خلفه في السلك البابوي. (المترجم).

انتقد (هوك) بشدة تجاربه وإيضاحاته حول استعمال (الموشور) لفصل الضوء الأبيض إلى مكوناته الملونة السبعة المعروفة. وفي عام (1679) اقترح هوك على نيوتن – وخلال حديث هادئ نادر دار بينهما – إمكانية وجود علاقة جذب بين الأجسام الكونية وأن هذه العلاقة لابد وأن تتخذ شكل تناسب التربيع العكسي... لقد أغفل نيوتن – وكما كان متوقعا – أي ذكر لغريمه ولفكرته، ونسبها كاملة لنفسه عند نشره لكتابه ذائع الصيت المبادئ الرياضية (Principia Mathematica) عام 1687، وتهكم ببساطة واستعلاء عند رده على استفسار غريمه قائلا: **(أستأخذ بقول كل قائل بأن هناك إمكانية حدوث أمر ما ونكافئه بالثناء والتبجيل، إن قولك – بوجود حقيقة ما شيء وإثباتها رياضيا – وهذا ما أخفقت أنت فيه – شيء مختلف تماما).**

وبالإضافة إلى احتقار (نيوتن) له، فقد مر ذلك العام و(هوك) غارقا بالأحزان، ويلفّه الإحباط، فقد شاء القدر أن ينتخب ابنة عمته (والتي كان حبها قد ملك سويداء قلبه عليه) إلى جواره في ذاك العام مما أثر سلبيا على صحته فبدأت بالتدهور السريع.

وصفه كاتب سيرته الذاتية (ريجارد وستفول – Richard Westfall) في مؤلفه (معجم سير العلماء الذاتية) بأنه:

> **((كان ذا كيان جسدي ونفسي مقهور، مشوه ومتهالك، أضافت تعاسة مظهره إلى تعاسة صحته الكثير. أضف إلى ذلك تميزه بشخصية عُصابية قسرية جعلته دائم الحساب لنفسه مانعا إياها من مجرد ترف الشعور براحة البال ولو ليوم واحد. لقد كانت شخصيته الحادة المتقلبة وظهره المقوس المعوج خير قالب يصب فيه ماراثون أحزانه وأكوام شجونه ودوام تقريعه لذاته)).**

يكاد يجزم أطباء العظام اليوم بإصابه هوك بداء تقوس العمود الفقري(Scoliosis) وهو عبارة عن داء تآكلي مزمن يؤدي إلى الانحراف غير المتناسق للعمود الفقري وتقوسه في غير مواضعه الطبيعية.

طويت صفحة هذا العالم الجليل في مساء يوم الثالث من شهر آذار (مارس) من عام (1703) بعد أن أصيب بالعمى من جراء تفاقم داء السكري الذي سبق وإن عانى الأمرّين منه طويلا حتى أكلت جلده تقرحات الفراش المؤلمة لعام كامل قبل ذلك.

لم يتـزوج (هـوك) قط رغم يسر ذات يده، فقد كانت مهمات المسح الجيولوجي التي قام بها تدر عليه الكثير. لا تجد اليوم أي شاهد على مرقد رفاته فقد طُمس قبره فلن تجد إليه اليوم سبيلا.

وأخيرا سُميت إحـدى فوهات القمر وهـي بعرض(36 كيلومترا) باسمـه الأمر الذي صادقت عليه الجمعية العامة لاتحـاد الفلكيين العالميين في عام (1935)، كما سُميت إحدى فوهات المريخ باسمه كذلك.

أرّخ (ستيفـن انـوود – Stephen Inwood) مؤلف كتاب [العبقري المنسي: روبرت هوك (1635–1702)] للحظات وداعه الأخيرة قُبيل مواراته الثرى ووصفها كما يلي:

((أُسـجي جثمان الدكتور روبرت هوك، شـاغل كرسي (الأسـتاذ كريشام–Gresham) للهندسة ومنظر ورائد تجارب المجمع العلمي الملكي، على سريره، وقد لفته الكآبة، وطغى المنظر الأليم عليه في مماته الآن، كما كان يغشاه في حياته قبل ذلك ؛ محاطا بسمائل بالية من خرق ثوبه المجعد الملفوف حول جسـده النحيـل، وقد ملأت طياته جحافل (القمـل) إلى الحد الذي أبعد الجميـع عن مجرد التقرب لإلقاء نظـرة الوداع الأخيرة عليه. آلت الأمـوال والثروة التي تركها هوك لإحدى قريباته (ولعلها كانت ابنة عمه) اليزابث ستيفنز (Elizabeth Stephens) والتي خير ما عُرفت به هو جهلها المدقع وختم توقيعها الذي حمل شكل «خطاف قرصان»)).

كتبت (ليزاجاردن –Lisa Jardine) في مؤلفها الموسوم (الحياة المثيرة الغامضة لروبرت هوك) تؤكد عدم خلود الكثير من أعمال (هوك) بعده رغم العشرات بل والمئآت من الأفكار والإنجازات التي قام بها فعلا في حياته قائلة:

((جُلّ ما يعرف به هوك الآن هو كونه ذلك العالم المضرور، صعب المراسي، سيء المعشر، والفيزيائي الجامع (لكل العلوم) سيء الحظ، والعدو اللدود للسر اسحاق نيوتن، ومن المؤسسين المغمورين للمجمع العلمي الملكي. ولكن على الرغم من سطوع ولمعان اسمه في سـماء القرن السـابع عشر وإضـاءته لحياة إنكلترا العلمية آنذاك لكثرة إنجازاته في حقول معرفية متنوعة متباعدة تراوحت ما بين التشريح البشري إلى الرسم التخطيطي، ومن المعمار الهندسي إلى صناعة الآلات العلمية، إلا أن سخرية القدر أبت إلا أن تنسى

أعماله جميعا فصار لا يعرف اليوم إلا بقانونه للمطاوعة)).

مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Bennett, Jim, "Robert Hooke as Mechanic and Natural Philosopher," *Notes and Records of the Royal Society of London* 35(1): 33–48. July 1980.

Bennett, Jim. Michael Cooper. Michael Hunter, and Lisa Jardine. *London's Leonardo: The Life and Work of Robert Hooke* (New York: Oxford University Press, 2003).

Drake, Ellen. *Restless Genius: Robert Hooke and His Earthly Thoughts* (New York: Oxford University Press, 1996).

Hooke. Robert, *Micrographia* (digital download version): see www.gutenberg.org/etext/15491. Available on CD-ROM (Oakland. California: Octavo, 1998).

Inwood, Stephen. *The Forgotten Genius: The Biography of Robert Hooke 1635–1703* (San Francisco: MacAdam/Cage Publishing, 2005).

Jardine, Lisa, *The Curious Life of Robert Hooke: The Man Who Measured London* (New York: Harper Perennial, 2005).

"Robert Hooke"; see www.roberthooke.com.

Westfall, Richard, "Robert Hooke." in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

إن قطيع الشياه الذي يتألف من أفراد منفصلين مستقلين الواحد منها عن الآخر لهو قطيع بالافتراض الذي ألبسناه إياه في تصورنا فحسب. إن صفة الجمع والجماعة هي مفهوم استعاري أضفاه عليه الإنسان وحسب، بمعنى أنه مفهوم (خيالي) يتحقق بالإدراك البشري لاغير.

والآن وكما نعلم فإن لهوك كان سبق الريادة في إثبات حقيقة تكون الجسم البشري من آلاف الملايين من الوحدات الصغيرة التي أسماها (الحجيرات أو الخلايا)، وبناء على ذلك؛ ألا يمكن (كما يحدث عند إحاطة أفراد القطيع بهالته كافتراض خيالي محض كما أسلفت) أن يكون (الجسم) هو الهالة الافتراضية الخيالية التي أسبغها الذهن على مجموع تلك الخلايا ليس إلا!!.

ستيفنسن

Neal Stephenson، Quicksilver

مقتطف من كتابه (المتقلّب)[1].

(1) Quicksilver – معناها اللغوي، المعدن اللامع كالفضة والسريع التحرك كالماء ويعني بذلك عنصر الزئبق فضي اللون، سائل القوام. أما اصطلاحاً فهي صفة تُطلق على عباقرة الرجال والعلماء (لأنهم كمعدن الفضة رونقاً وثمناً ويمتازون أيضا بالمزاج المتقلب غير المتوقع والمتعكر دائما كمزاج المولودون تحت برج كوكب (عطارد – Mercury). وقد انطبقت كل تلك الصفات على (هوك)!. (المترجم).

لقد سكن الإنسان الأرض وعمّرها، ودارت الكواكب بنسق في أفلاكها، دون أيما حاجة أو إدراك لمفهوم النماذج الرياضية للكون، والتي بمجموعها لا تمثل سوى وسائل تصوّرية لا وجود لها إلا في الذهن البشري الذي أوجدها. صحيح يمكننا اعتبارها الجذر الأساسي والنبع الصافي لوصف النظام وحسابه (على مستوى الزمكان الذي نعيش فيه والذي يمكننا وصفه بدقة على الأقل)، وصحيح أننا لن نفاجأ باكتشافاتنا للعالم وهو ينقاد للنماذج الرياضية التي نستنبطها برشاقة وسلاسة ولكن علينا أن لا ننسى أن الكون بما فيه كان وسيظل دائرا منتظما حتى بعد زوال الإنسان وذهنه الذي أبدعها، تماماً كما كانت دائرة منتظمة قبل وجوده.

باك مان

Keith Backman، (The Danger of Mathematical Models)، Science، October 20، 2006.

مقتطف من مقالة منشورة له في مجلة (العلوم) بعنوان (خطورة النماذج الرياضية).

في البداية كانت إرادة الله (سبحانه) فانبعثت الأبعاد الأربعة من بين ثنايا الفوضى، ثم ساوت مجاميع الأفعال وما أحاطها صفرا، وبذلك وُلد الضوء فصلح حال الكون!!

كاكو

Michio Kaku، (Parallel Universes، the Matrix، Kurzweil AI. net and Superintelligence)

- رسالة على قميص من جامعة باركلي كما نقلها كاكو.

في مقالته (الأكوان المتوازية والمصفوفات والذكاء الخارق).

لا يُبنى العلم في حقيقة كيانه ووجوده على الرياضيات ونماذجها... وإنما يُبنى على الأمانة الذهنية وصفاء سرائر العلماء الذين أوجدوها.

هارس

Sam Harris، La Jolla Meeting (Beyond Belief 2006، Science، Religion، Reason and Surviral) November 2006.

مقتطف من مقالته (ما وراء الاعتقاد، العلم والدين والمنطق والبقاء).

نعم... أنا أومن بوجود القوانين الأساسية، ولكن...لا أؤمن بإمكانية إدراك (النظرية النهائية الجامعة

لكل شـيء) سـبيلا، وكل ما أعرفه وأدركه وأومن به هو أن القوانين الوحيدة التي سنجدها ونطبقها هي وحدها تلك التي (نفرضها) نحن على الطبيعة بالطريقة التي ننظر نحن بها إليها.

أمبروز

David Ambrose، Superstition

مقتطف من كتابه (التطيُّر)

إذا افترضـنا وجودنا في واقع مُحاكي لواقعنا الفعلي فلابد لنا أن نتوقع بعض الومضـات المفاجئة هنا أو هنـاك، والقليل من الزيغ يلحق بثوابتنا التي افترضـناها والقوانين الطبيعية التـي ابتكرناها بمرور وتقادم الزمن عليها. أنا على يقين أن (لشطحات) الطبيعة ولومضات زغيها السلبية والمفاجئة لمن الأهمية في تطور نضج الإدراك الإنساني كما لدور تلك القوانين في تقدمنا نحو فهم الحقيقة الحقة ذاتها.

بارو

John Barrow، (Living in a Simulated Universe).

مقتطف من كتابه (العيش في الكون المُحاكى)

كيهوديـة متدينـة، لا أراني أجد أي حرج، ومهما كان في الإيمان بمفهوم (الإدارة العاقلة) لخلق الكون، فـإني أفترض ولادة التطور كرزمة واحدة مع المادة التي أوجدت (الانفجار العظيم)... أو التي أوجدها. لقد خلق (الموجد سبحانه) الكون ووضع فيه قوانينه الصارمة التي تحكمه والتي لا حِوَلَ له عنها.

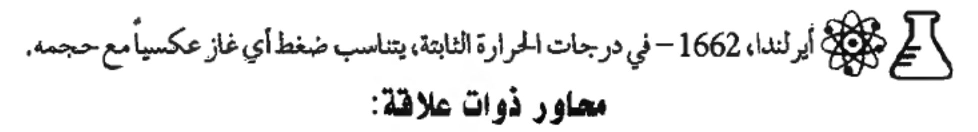
مايلان

Marysia Meylan، New York Times.

عن النيويورك تايمز

قانون بويل للغازات

BOYLE'S GAS LAW



أيرلندا، 1662 – في درجات الحرارة الثابتة، يتناسب ضغط أي غاز عكسياً مع حجمه.

محاور ذوات علاقة:

روبــرت هــوك (ROBERT HOOKE)، و قانــون شــارل للغــازات (CHARLES'S GAS LAW)، و قانــون افوكاردو للغــازات (AVOGADRO'S GAS LAW) و قانــون دالــتن للضغــوط الجزئيــة (DALTON'S LAW OF PARTIAL PRESSURES)، و قانــون كراهــام للتناضــح (GRAHAM'S LAW OF EFFUSION)، وقانون الغاز المثالـي (IDEAL GAS LAW).

من أحداث عام 1662:

– بــاع ملك أنكلترا (شارل الثاني) ميناء مدينة (دنكــرك – Dunkirk) إلى فرنسا مقابل 400،000 باوند.

– سُكّت آخر الأفلاس (Pennies) الفضية في لندن.

– نشـر التاجر البريطاني (جون كرانــت – John Graunt) أول كتاب في علم الإحصاء، والــذي احتوى ولأول مرة على جداول تبين الأعمار المحتملة التي قد يبلغها سكان المدن قبل وفاتهم. مهد كتاب (كرانت) هذا الوضع الأسس الحقيقية لعلمي الإحصاء والإحصاء السكاني.

نص القانون وشرحه:

في عــام (1662) درس الكيميائي والفيزيائــي والمخترع الأيرلندي (روبرت بويل) العلاقة بين ضغط غاز ما (P) وحجمه (V) في الآنية المغلقة وفي ظروف حرارية ثابتة، وتوصل إلى أن حاصل ضرب ضغط أي غاز بحجمه يكون قيمة ثابتة تقريبا، فوضع قانونه على الشكل التالي:

$$P \times V = C$$

فحمل هذا القانـون اسمه تكريما له. وإليك مثالا تطبيقيا على ذلك: لنفترض وجود كمية معينـة من غاز ما محصورة في إناء محكم مغلق بغلاف متحرك ولنفترض كذلك أن لذاك الغاز حجمـا أوليا مقداره (5 أمتـار مكعبة) وأن الضغط المسلط عليه قـد بلغ (1.0 كيلو باسكال واحـد)، والآن إذا حرصنـا على إبقاء درجة حرارة الإنـاء، وبالتالي درجة حرارة الغاز الذي بداخله ثابتة وحرصنا أيضا على ثبات كمية الغاز المحصور داخله (ونعني بكمية الغاز مقدار الأوزان العيارية (عدد المولات) من ذلك الغاز، وبدأنا بوضع بعض الأثقال على سطح غلاف الإنـاء المحكم والمتحـرك وذلك لزيادة ضغط الغاز داخله، فإننا سنجـد أن حجم ذلك الغاز سيقل من (5) إلى (1.25 متر مكعب) اذا ما ارتفع ضغطه داخل الإناء أربعة أضعاف، أي إلى مقدار (4.0 كيلو باسكال).

وسنستنتج أن حاصل ضرب حجم الغاز في ضغطه في الحالتين سيبقى ثابتا بحيث

5 م^3 × 1 ك با = 1.25 م^3 × 4 ك با

ملاحظة: سيأتي توضيح مفهوم الأوزان الجزيئية العيارية (المولات) عند حديثنا عن قانون (افوكادرو – Avogadro) للغازات.

قـد يحمل (قانـون بويل) أحيانا اسم (قانـون بويل – ماريوت) وذلـك لتوصل الفيزيائي الفرنسي [ادم ماريوت (1620–1684) Edme Mariotte] إلى اكتشاف ذات القانون بصورة مستقلة. ولكنه لم يتمكن من نشره قبل عام (1676). وإليك فيما يلي وصف تجارب (بويل) بالكلمات التي استعملها هو ذاته منقولة من الطبعة الثانية لكتاب (تجارب جديدة في حقل الفيزياء الميكانيكية)، والتي جاء فيها:

((يتناسب ضغط غاز ما عكسيا مع قابلية تمدده أو انكماشه؛ خذ الهواء على سبيل المثال، والذي يولد ضـعف مقدار الدفع الذي يسـلطه على نابض متصل بغطاء إنائه المحكم إذا ما اختزلنا حجمه إلى النصـف، وإذا ما صـغرنا هذا الحجم إلى نصـف حجمه فإنه سيسلط مقدار قوة دفع على ذات النابض مقدارها أربعة أمثال قوة الدفع التي يملكها الهواء الحر)).

يُرينا استعمال المحقنة الطبية (Syringe) الاعتيادية تطبيقا آخر لقانون بويل؛ فعندما يدفع

الطبيب مكبس المحقنة فإنه بالحقيقة يعمل على زيادة الضغط داخلها الأمر الذي يؤدي إلى قلة حجم الحيز المتاح للدواء فيها مما يجبره على أن يمر خلال الإبرة إلى جسم المريض. وبنفس المنطق سيتمدد حجم منطاد التجارب الذي يُطلق من على سطح البحر عند ارتفاعه في الجو لأنه بصعوده إلى طبقات الجو العليا منخفضة الضغط سيقل ضغط الغاز فيه فيكبر حجمه، وبنفس المنطق أيضا عندما نستنشق الهواء، يتحرك حجابنا الحاجز المكوّن لقاعدة تجويف الصدر الحاوي على الرئتين والقلب إلى الأسفل فيكبر حجم التجويف الصدري، مما يُقلل من ضغط الهواء المتواجد في الرئتين الأمر الذي يدفع الهواء الخارجي إلى الدخول إليهما، وبالمعنى الفلسفي فإن قانون بويل (هو الذي يبقينا على قيد الحياة بإدخال الهواء إلى أجسامنا مع كل نفس خلال كامل حياتنا).

خير ما يمثل تطبيقات (قانون بويل) هو الغاز المثالي ؛ والغاز المثالي غاز خيالي لا وجود له، يتألف من جزيئات كاملة التماثل بأحجام بالغة الضآلة قابلة للإهمال بلا أي قوى ومن أي نوع (ما بين بعضها البعض)، والتي تتكون بدورها من ذرات أو جزيئات كاملة المرونة حين تصادمها مع بعضها ومع جدران الإناء الذي يحويها. ينطبق هذا القانون عمليا على الغازات الحقيقية بدرجة دقة لا بأس بها ولضغوط متدنية جدا، وبالإمكان الحصول على النتائج المقبولة علميا وعمليا من خلال عمليات (التقريب) عند تعاملنا مع الغازات الحقيقية.

يتعلم كافة الغواصين خصائص (قانون بويل) وتطبيقاته من خلال محاضرات إلزامية، وتجارب عملية لعلاقة ذلك القانون مباشرة بما سيقدمون عليه والذي قد يمس حياتهم وديمومتها في الصميم، فيتعلمون مثلا ما يحدث فعلا لكل الفراغات الجسمية المملوءة بالهواء والرئتين ولقناع التنفس، وحتى لجهاز ضبط الطفو (Buoyancy control device – BCD) من تقلص في الحجم خلال غوصهم وتمدد خلال طفوهم. فما يحدث فعلا لكل غواص هو زيادة الضغط المسلط على جسمه خلال النزول في الماء مما يؤدي إلى تقلص حجم الهواء الأمر الذي يؤدي إلى قلة الضغط في ذلك الجهاز وتغير الضغط في الجهاز الموضوع خلف آذانهم، وعليه ولمعادلة الضغط على جانبي غشاء طبلة الأذن لابد للهواء أن يمر من جهاز

التنفس إلى الحلق ثم عبر قناة اوستاكي (Eustachian Canal) كي يعادل قلة الضغط في مجال الأذن الوسطى الناتج عن تقلص حجم الهواء فيها بازدياد عمق الغوص.

سيتطرق الكتاب فيما بعد إلى قوانين أخرى لها علاقة بالغازات، وستوضح العلاقة بين درجات الحرارة وضغوط الغازات وأحجامها، كما سنرى إمكانية اشتقاق قانون الغازات المثالي بالاعتماد على قانون (افوكادرو) وربطه بالقوانين الأخرى كالتالي:

$$PV = nRT$$

حيث يمثل: P – ضغط الغاز و V – حجمه و n – عدد الأوزان الجزئية العيارية (مولات) الغاز و R – ثابت الغاز المثالي

(وتكتب وحداته عادة بـ (باسكال × متر مكعب / عدد الأوزان العيارية × درجة الحرارة المطلقة) – Pa. m3/mol.K – أو بـ (الثقل × عدد الضغوط الجوية / عدد الأوزان الجزيئية العيارية × درجة الحرارة المطلقة) –L.atm x mol.K).

و T – درجة الحرارة مقاسة بدرجات (كلفن) المطلقة

ومن قوانين الغازات المهمة الأخرى التي سيجري بحثها في هذا الكتاب أيضا، هي **(قانون شارل للغازات)**، و**(قانون دالتن للضغوط الجزئية)**، و**(قانون كراهام للتناضح)**. ومن الجدير بالذكر أنه لا يوجد الغاز المثالي الذي تنطبق عليه كافة قوانين الغازات المذكورة سابقا وبدقة متناهية لسبب سبق التطرق اليه، وهو أن القوانين على اختلافها تفترض المثالية في مكونات الغازات، بمعنى حسابها لأحجام الجزيئات المكونة للغازات بأبعاد صفرية (أي متناهية في الصغر أو لا حجم لها نهائيا) مقارنة بالمسافات الفاصلة بينها والتي تعتبر لا نهائية وما يترتب عن ذلك من إلغاء تام لتأثير القوى الفاعلة ما بين الجزيئات سلبا كان ذلك الفعل أم إيجابا على تصرف الغاز، وبمعنى أوضح إلغائها (للمادة) الموكونة للغاز واعتبار الحيز الذي تشغله (فارغا تماما) أي إلغاء أحجام الجزيئات المكونة ذاتها. وإضافة إلى ما سبق فإنها تلغي تماما أي قوى للجذب يمكن أن تحدث ما بين جزيئات الغاز أو ما بينها وبين جدران الإناء الحاوي لها. وعليه ولحساب التأثير الحقيقي للغازات الفعلية ولإزالة التعقيدات والأخطاء التقريبية فإنه بإمكاننا كتابة المعادلة السابقة:

$$PV = nRT$$

بصيغة أكثر عملية وواقعية على الشكل التالي:

$$(P + an^2/V^2)(V - nb) = nRT$$

وهي ما تسمى بمعادلة فان دير فالس (Van der Waals)

حيث a – هو الثابت اللازم لتعديل قوى الجذب (الما بينجزيئية).

و b – هو الثابت اللازم لتعديل الفروقات الفردية ما بين جزيئات الغازات المختلفة.

وعليه فإن $[a = 0.034\ L^2 . atm/mol^2]$ لغاز الهليوم (He)

و $b = 0.024\ L/mol$ له

و $[a = 4.17\ L^2 - atm/mol^2]$ لغاز الامونيا (NH3)

و $b = 0.037\ L/mol$ له

وللعلم فإن زيغ الغازات في تصرُّفها عن تصرف الغاز المثالي يعود إلى تأثير قوى الجذب الفاعلة (ما بين الجزيئية) لها، والتي تزداد بازديادها و/أو بازدياد كتلة جزيئاتها وما يؤدي نتيجة ذلك إلى زيادة أحجامها.

للفضوليين فقط:

– لقد حرص (بويل) على إجراء التجارب وتطوير حصيلته من علم (الخيمياء – Alchemy)[1] وفي ذلك تجاوز هدفه الغرض المعلن لكافة الخيميائيين (ألا وهو

(1) Alchemy – أصل الكلمة عربي وتعني (الكيمياء)، والخيمياء هو مرادفها العبري. وتختلف تماما في المفهوم اللاتيني حيث تعني الفلسفة وممارسة كل ما من شأنه إدراك الحكمة النهائية والخلود، وما يتبع ذلك من قابلية تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب أو إكسابها صفات غريبة جديدة لم تكن لتمت لها بصلة. مورست هذه الصناعة في كل من بلاد ما بين النهرين(العراق) وايران ومصر والهند والصين واليابان وكوريا وفي اليونان وروما وفي الحضارة الإسلامية وفي أوربا ولم تتوقف إلا عند مشارف القرن العشرين، حيث كانت البذرة والأساس لما يعرف الآن (بالكيمياء اللاعضوية) وما تشمله من تفاعلات ومركبات وآلات ومعادلات وسُبل. لقد أثبت العلم الحديث استحالة قابلية تحرك وانتقال الإلكترونات من وإلى مدارات المواد المتفاعلة – وهو أساس حدوث أي تفاعل أو تغيير كيميائي – على إحداث التغيير النوعي في أنويتها. وانتقل أمل تحويل عنصر إلى آخر إلى اختصاص مغاير هو الكيمياء النووية المكلف مادياً. (المترجم).

تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب)، إلى جذب (الملائكة) والتحدث إليها (!!) وفي ذلك كان يحاول تحقيق هدفين الأول هو البحث (العلمي)، والثاني محاربة الأعداد المتزايدة من الملحدين الذين ظهروا في زمانه.

– أثبت استحالة انتقال الصوت في الفراغ.

من أقوال العظماء:

– اشتهر بويل بكرمه وجوده ليس على الفقراء والمحتاجين فحسب، وإنما كان جزيل العطاء لزملائه العلماء عند حاجتهم إليه إلى الدرجة التي وصلت فيها هباته وعطاياه إلى غرباء الكيميائيين فأشادوا له بذلك. كما عُرف بعدم بُخله بالمال (مهما عظم) في سبيل شراء علم أو التعرف على سر. قام بويل وعلى نفقته الخاصة بترجمة العهد الجديد إلى العربية وطبعه وإرساله إلى البلدان الإسلامية مجانا (دافعا ومشجعا لعمليات التنصير التي نشطت في زمانه).

اوبري

John Aubrey، Brief Lives

مقتطف من كتابه (حيوات مقتضبات).

– لعل ما كان يدفع بويل في أبحاثه ويمده بالطاقة التي لا تنضب للاستمرار بها هو رغبته الدفينة في التعرف على شيء من (العلوم الإلهية)؟!

ماك انتوش

J.J. Mac Intosh، (Robert Boyle)، Stanford Encyclopedia of Philosophy

مقتطف من مقاله الموسوم (روبرت بويل).

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

ولد الفيلسوف الطبيعي الأيرلندي [روبرت بويل (1626–1691) Robert Boyle] في قلعة لزمور (Lismore Castle) – أيرلندا، واكتسب شهرته من أعماله المتميزة في مجال

دراسة صفات الغازات وتبنيه للتصور (الجُزيئي) لتكوين المادة، والذي كان الأساس الفعلي الذي بُنيت عليه نظرية العناصر الكيميائية المعروفة في الوقت الحاضر. ولقد كان (بويل) الطفل الرابع عشر لرجل التجارة والصناعة الثري (ريجارد بويل– Richard Boyle). كتب بويل الابن يصف والده الذي كان أثرى رجل في بريطانيا العظمى آنذاك يقول: (لقد كان والدي – باركه الله وبارك تجارته وصناعاته المزدهرة – عصاميا مثابرا استطاع أن يبني حياته من الكفاف والبساطة بجده وصبره حتى جمع ثروة طائلة حازت كما حاز إصراره وثباته على الكثير الكثير من المعجبين والنزر اليسير من المماثلين). وبالفعل لقد استطاع بويل (الوالد) بناء صناعة وتجارة مزدهرتين ضمت الكثير من الطواحين والمدن المشيدة ومعامل صهر الحديد وصناعات الصلب إضافة إلى العديد من الأعمال الأخرى.

– كان بويل (الابن) طفلا موهوبا ذكيا استطاع التمكن من اللغتين اللاتينية والفرنسية ولما يبلغ الثامنة من عمره، ولما بلغها أُرسل للدراسة في كلية (ايتون – Eton) التي أمضى فيها بضع سنين، سافر بعدها إلى فرنسا مع معلم فرنسي. وبعد فترة رحل الاثنان إلى إيطاليا حيث نال (بويل) شرف لقاء العجوز الشهير (غاليليو)، ذلك اللقاء الذي ظلّ مصدر إلهام وفخر للشاب الطموح وقوة دفع هائلة له للتعرف على المزيد والمزيد مما يحويه هذا العالم.

– التذّ بدراسة الرياضيات والرياضيات التطبيقية وداوم على الاستزادة منهما على حسابه الخاص إضافة إلى دراساته الأخرى وتعلمه الحر، واهتم بالعديد من المواضيع المتفرقة حتى أنه اهتم خلال بعض فترات حياته بالطب والكيمياء أيضا.

– رافق ومنذ عام (1654) زمرة لامعة متميزة من كبار العلماء وفطاحل الرياضيين وعظماء الفلاسفة الإنكليز الذين دأبوا على اجتماعاتهم العلمية الأسبوعية في لندن وفي أكسفورد منذ ذلك التاريخ. وبعد سبعة عشر عاما أي في عام (1662) تحولت تلك الزمرة اللامعة إلى بؤرة علمية مشعة معروفة، وأطلقت على نفسها اسم (الجمعية الملكية) التي لا تزال حاضرة إلى اليوم كأعرق وأقدم مجمع علمي قاوم كل الظروف واستطاع البقاء إلى اليوم في العالم.

– لقد اتخذت تلك الجمعية الملكية شعارها الذي نص على (Nullius in Verba)

ويعنـي لا شـيء بالكلمات (Nothing in Words) والذي يعنـي أيضاً أن على العلم أن يكون تجريبيا تطبيقيا لا نظريا خياليا.

– تعددت مواهب (بويل) واهتماماته وكمثال واحد على ذلك؛ تعبيره عن اهتمامه بأعضاء وأجهزة الأسماك في رسالة بعثها إلى أحد أصدقائه في عام (1654) جاء فيها:

((لقد استقر رأيي على الاهتمام بـ... وتدريب نفسـي علـى تشريح الحيوانات الحية، وأهم ما استرعى انتباهي في هذا المجال وأوقد جذوة فضولي لمتابعته هو ملاحظة أجهزة الدوران لتلك الحيوانات، ولا سيما عند تشريحي للأسماك والتي أفصحت تراكيبها وأظهرت أجسامها من العظمة والإعجاز والتناقض الشيء الكثير. فلكأنك تفتح كتابا لتقرأه فتتعرف على عظمة كاتبه (خالقه سبحانه جل وعلا). إن كل كائن – وكما يظهر لي – عبارة عـن كتاب عظيم لا يوازيه في عظمته وحكمته كل ما قرأته من كتب خلال حياتي بطولها)).

وبرغم إنجازاته الفذة في نطاق علم التشريح فقد اضطر (بويل) ذاتيا إلى الإحجام عن ذلك، وعن الاستمرار في بحوثه وفي دراساته لوظائف أعضاء الحيوانات المشرحة بسبب ما امتاز به من (رهافة في حسه ورقة في طبيعته) الأمر الذي أبعده عن إنجاز الكثير من عمليات التشريح وبالأخص على الحيوانات الحية لإحساسه بألمها ومعاناتها، رغم علمه التام ويقينه بأهمية ما قـام ويقوم به وتأثير ذلك على دراسات علم وظائـف الأعضاء وتطبيقاته العملية على علماء زمانه وفي المستقبل.

– امتـدت اهتمامـات بويل إلى حقـول ومواضيع شتى حتى أنه ألّـف وكتب في مواضيع شتى، كعلوم الأديان وتصرف السوائل الساكنة والفلسفة وغير ذلك من حقول العلم والمعرفة. انصب عشقه وهيامه بالدرجة الأولى على مادة الكيمياء التي درس مواضيعها بشغف، حتى أن مؤلفـه الأول المنشـور والـذي صدر فـي عـام (1660) تحت عنوان: (تجارب مبتكرة في الفيزيـاء الميكانيكية)، كان قد تناول موضوع استخدام الهواء والغازات المضغوطة لإنجاز بعض الأعمال. وقد كان ثمرة ثلاث سنوات من التجريب والاختبار باستعمال منفاخ للهواء

بمساعدة (روبرت هوك)، الفيلسوف التجريبي الإنكليزي الشهير الذي يعود إليه فضل تصميم وصناعة ذلك الجهاز الذي استعمله (بويل) لإنجاز العديد من الاكتشافات ومنها على سبيل المثال لا الحصر، كان إثباته حاجة الشمعة للهواء لدوام اشتعالها وإثباته عدم إمكانية انتقال (ومن ثم سماع) الصوت في الفراغ. وقد عمل بالأخص واستطاع أن يثبت استمرار خفوت (تكات) صوت الساعة باستمرار سحب الهواء من داخل الإناء الزجاجي الذي توضع فيه. تضمنت الطبعة الثانية من كتابه (تجارب مبتكرة) والتي صدرت في عام (1662) ذكر العلاقة العكسية التي تربط حجم غاز بضغطه وهي ما تعرف اليوم (**بقانون بويل**).

تمكن خلال مسيرته العلمية من تصميم وابتكار وإنجاز العديد من التجارب الأخرى، فيما يلي ذكر لأهمها:

- استطاع إثبات حقيقة احتواء الكثير من الثمار والخضار على الهواء وغاز ثاني أوكسيد الكاربون في تركيبها.
- تمكن من اكتشاف تفاعلات كيمياوية ومواد جديدة، فقام على سبيل المثال بتوليد غاز الهيدروجين وجمعه من تفاعل برادة الحديد مع الحوامض المعدنية القوية مثل حامضي (الكبريتيك $-H2SO4$) و (الهيدروكلوريك $-HCl$).
- اكتشف قابلية بعض المستخلصات النباتية على التمييز بين الأحماض والقواعد فاستخدمها للتفريق بينهما، فقد وجد أن عصارة البنفسج الزرقاء تتحول إلى حمراء بوجود الأحماض وإلى خضراء بوجود القواعد.
- درس مواصفات القوة المتولدة من تمدد الماء عند انجماده.

- دافع (بويل) عن وأكد على أهمية استخدام الرياضيات في دراسة الكيمياء، ذلك الموضوع الذي يمكن - كما قال - تبسيطه باتباع الأسلوب العلمي لدراسته إذا ما اعتبرنا المواد المتفاعلة عبارة عن (كريات) صغيرة تحاول إعادة تركيب وترتيب نفسها بطرق جديدة. لقد حاول (**بويل**) جاهدا استحداث مفهوم جديد تماما، ومغاير جذرياً لمفهوم (ارسطو) ونظريته عن العناصر الأربعة (الماء والنار والهواء والتراب) وتفاعلها لتكوين كل شيء، وحاول

استنبـاط بديل مناسب لها يقول بوحدة تكوين كافة المـواد من كريات صغيرة (أو جزيئات) تعيـد اصطفاف أنفسها مع بعضهـا لتوليد المواد والمركبات الجديدة وقـد نشر آراءه ونظريته الجديدة تلك في كتابه الذي صدر في عام (1661) تحت عنوان: (الكيميائي الناقد). إن أهم ما يعرف به (**بويل**) عالميا اليوم هو قانونه الذي ينص على **تناسب ضغط غاز ما عكسيا مع حجمه.** وقد كان لهذا القانون أهميته في تطوير تفكيره وشروعه ببنـاء نظرية جديدة قادرة على تفسير ذلك التصرف، فاهتدى إلى فكرة (الكريات الصغيرة) واعتبرها وحدة بناء كافة المواد. وكان ذاك هو الأساس في توصله (للنظرية الجزيئية العامة) في الكيمياء.

يستنتـج المتتبع لسيرة (بويل) وتفاصيل حياته بأنـه كان متدينا شديد الإيمان بوجود الخالق (عـز وجل) وقد بذل فعلا الكثير من الجهد والمال في سبيل ذلك، وقد حاول جاهدا التوفيق بين الاكتشافـات العلمية الملموسة والتصور الديني (حسـب المنطق المسيحي بالطبع) فكان شديـد الإعجاب دائم الاندفاع للدفاع عن المفهوم الميكانيكي ومبادئه لتفسير الكون، وآمن بعـدم وجـود أي تناقض مع ذلك المفهوم ووجود الخالق (تبـارك وتعالى) وأن وجود الكون (بتفسيره الميكانيكـي – وهو المفهوم الشائع آنذاك) لا يعني بالضرورة تصور الإله (سبحانه) على تلك الصورة المجردة فقط.

ووفـق منطق تلك الحقبة، كان دفـاع (بويل) عن آرائه وإيمانه منصبا على فكرة كون الإله القـادر على خلـق الكون الميكانيكي المتماسـك المنتظم لهو (أقرب لـلإدراك والإيمان) من تصور الكـون العشوائي بلا موجد ولا ضابط ولا نظام. ولقد تعمق كذلك في الماورائيات واللاهـوت وناقش الكثير من قضايـا الخلق والوجود وإليك بعضا مـن آرائه كما كتبها هو (بغض النظر عن رفضنا لها وذلك لبيان طبيعة تفكير الرجل وأمانته لما كتبه التاريخ عنه) فلقد آمـن بأن خلق (الملائكة) كان سابقا لخلـق العالم بل كان قد حدث فعلا (خلال) ذلك الخلق ولكـن قبل اكتماله، على عكس خلق البشر فقـد كان ذلك يحدث (يوميا) بخلق أرواحهم ومن ثم إلحاقها (بمعجزة فيزيائية ملموسة) إلى داخل أجسادهم المناطة بهم.

لم يتـزوج بويل قط وقد انتقل بعـد بلوغه الحادية والأربعين للعيش مـع أخته (كاثرين) في

منزلهـا حيث اعتاد على استقبـال العديد من الزوار والأصدقاء، وقـد أوصى قبيل وفاته بأن تذهـب كافة ثروته إلى (صندوق مؤلفات بويل) والذي ضم كافة كتاباته – وما أضيف إليها مـن كتابـات مشابهة لاحقـا – والتي كان الغرض الأول منها محاربة الإلحـاد وتفنيد الآراء الوجودية عموما ومناهضة بقية الأديان التي لا تدعو إلى المسيحية ثانيا.

تبلور الايمان المسيحي بعمق في كيانه وتصرفاته حتى أنه اعتقد بضرورة نشر تعاليم الكتاب المقدس عبر العـالم وأن تلك هي مهمته التـي أوكلها قدره له، ولهذا حرص حرصا شديدا على ترجمته إلى العديد من اللغات مثل التركية والكثير من اللغات الأمريكية المحلية (لغرض نشـره ما بين سكان أمريكا الأصليين من الهنود الحمر) وكثيراً ما نُقل عنه قوله إن (مساعدة) الملحدين على التحول إلى المسيحية لهو عمل يتضمن الكثير من الاحترام والرحمة ومساعدة بني البشر للتحول إلى عالم الحب والأخوة.

أكد بويل مرارا وتكرارا إيمانه بوجود (الملائكة) وقد كان شديد الإعجاب بهذا (النوع من المخلوقـات) إلى الدرجة التي اعتقدهم ذوي مواهب ودرجة وذكاء أعلى بكثير من مستوى البشـر، كمـا أعتقد أن المولى (عز وجل) كان بصدد خلق الكـون لهم وحدهم وليس للبشر، وعليه فقد ناقش بأن كونا مصمما لحياة (الملائكة) لابد وأن يكون بالضرورة أعقد مما يتمكن ذكاء أي بشر من استيعابه كحقيقة مطلقة. هذا وقد عبر عن آرائه تلك في عام (1680) حينما كتب قائلا:

((لعـل خير ما نمتاز به نحن بنـو البشر هو حب التعالي والغـرور والنظر بكبر لقابلياتنا وإمكانياتنا المحدودة أصلا، فلو تصورنا فقط أن إرادته (جل وعلا) كانت بخلقنا على شكل محدد وبجسم وعقل وقابليات محدودة كما تثبتها حقيقتنا التي نحن عليها فعلا، لما طمعنا وجاهدنا – بلا أي طائل ولا جدوى – لإدراك كافة أسرار الكون وطلاسـمه والتي هي أصلا وضعت وصممت بإمكانيات وخفايا لا طاقة لنا بها)).

كان بويـل في حياته عالما، ومع نفسه مؤمنا متدينا، ومع الآخرين شفوقا رحيما. كما كان همـه غالبا ما يتعـدى نفسه إلى غيره فحمل مسؤولية إصلاح المجتمـع ومحاولة إيجاد كل ما

يسعــده ولذلك فهو مــن القلائل الذين حققــوا معادلة (الفيلسوف العامــل) فقد عمل على اختراع ما من شأنه تطوير الزراعة والصحة، واهتم بإجراء التجارب وحاول تحلية المياه المالحة وتحسين عملية حفظ الأطعمة بتفريغ حاوياتها من الهواء. وفيما يلي عناوين لقائمة طويلة من الأعمــال والمؤلفات التي تعكس تنوع اهتماماته واتســاع أفق تفكيره وقابليته على الإحاطة بطيف واسع من المواضيع المختلفة؛ فقد تمكن من نشر ما يلي:

- 1660، المبتكر في التجارب الفيزيائية والميكانيكية.
- 1661، الكيميائي الناقد.
- 1663، تجارب وملاحظات حول الألوان والماسة التي تسطع في الظلام.
- 1666، ميكانيك السوائل الساكنة ومشاكلها.
- 1670، القيم الكونية للأشياء.
- 1674، فضل علوم الدين (اللاهوت) على الفلسفة الطبيعية.
- 1675، بحوث وآراء حول تعارض الدين والمنطق ومناقشات حول بعث السيد المسيح (عليه السلام).

أُطلــق اسم بويــل على إحدى فوهات القمر بقطــر (57 كيلو مترا) تقديــرا له الأمر الذي صادقت عليه الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالمية في عام (1970).

أبّنــه قس سالزبري الأب (كلبرت برنــت – Gilbert Burnet) في مراسيم دفنه واصفا إياه بأسمى الصفات، خالعا عليه أرق العبارات كونه (إنسانا) استطاع احترام وموازنة الدين والعلم والإدلاء بدلوه في كليهما بثقة وتوازن وتكامل قلّ نظراؤها:

((عاش فقيدنا العزيز – أسـكنه المولى سبحانه جنات خلوده – مخلصا لعقيدته، مضحياً لعمله، ومعيناً لزملائه، واضعا نصـب عينيه توجيه كافة أسـئلته حول الطبيعة بطريقة تبجل الخالق (عز وجل) وتمجد عظمته في خلقه. لقد جاهد ونجح في ربط اثنين من أعقد المواضـيع التي مهمـا حاولنا التوليف بينهما ومهما ادعينا تطابقهما، سـيظلان بعيدين عن بعضـهما البعض (هذا بالطبع وفق منظور العالم الذي يريد هو، ويقصـد أن يبقيهما

متفصلين) أما فضل بويل في ذلك – وحمداً لله الذي وفقه قبل كل شيء – فيتجسد بإخلاصه في دراسته للطبيعة وإخلاصه وإيمانه بدينه اللذين مكناه من توجيه طاقات وإمكانيات كل موضوع لغرض إعلاء وتطوير شأن الموضوع الآخر)).

لخص (ميشيل هنتر – Michael Hunter) سيرة حياة بويل في كتابه الشهير (روبرت بويل، سيرة وإعادة تقييم) والذي جاء فيه:

((لا يجادل أحد في أحقية بويل في تبوء مركز المفكر والعالم والمؤمن وكافة الصفات الأخرى التي جعلته من رواد حركة الفكر والفن والإيمان في القرن السابع عشر.

لقد امتاز بغزارة هائلة في التأليف – حيث ناهزت مؤلفاته الأربعين كتابا – ودقة باللغة في التعبير، وتنوع في المشارب إضافة إلى وضوح الفكرة وجودة العرض وفصاحة اللسان.

لقد نذر بويل نفسه للبحث والتفكير العلمي ولكنه امتاز كذلك ونجح نجاحا باهرا في مزج ذلك بروح إيمانية صادقة عميقة الجذور وبذلك صار المثل الأعلى للمسيحي المتدين الضليع بمغالق الدين، الذواق لأصول الفن والعارف بدقائق العلم.

لقد وُهب – وباختصار – ملكات الذكاء والإبداع مقرونة بالمثالية الواقعية والإيمان الصادق)).

مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Anstey, Peter, *The Philosophy of Robert Boyle* (London: Routledge, 2000).

Boyle, Robert, *New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air, and Its Effects*, second edition (Oxford, 1662).

Hall, Marie, "Boyle," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

Hunter, Michael, *Robert Boyle Reconsidered* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2003).

MacIntosh, J. J., "Robert Boyle," *Stanford Encyclopedia of Philosophy*; see plato.stanford.edu/entries/boyle/.

Principe, Lawrence, *The Aspiring Adept: Robert Boyle and His Alchemical Quest* (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2000).

Wojcik, Jan, *Robert Boyle and the Limits of Reason* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2002); this book is the source for Gilbert Burnet's sermon preached at the funeral of Boyle.

أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

من الخطأ الافتراض أن للعلم بصيرة وتدبر وكأنه يعرف ويعلم كل شيء قبل كل شيء!! ومن الأفضل اعتباره كيانا يصيب ويخطئ وقد يتقلب وقد يستعمل الخيال عند وضعه للنظريات التي لا يستبعد أن تكون قد استلهمت من قصيدة شاعر أو جمالية فكرة، ولكن يجب أن لا ينكر عليه بعد ذلك فضله بتجريب كل تلك الأفكار والنظريات وإخضاعها للعديد من الفحوص والمشاهدات، وهنا تكمن جمالية العلم وروعته بجمعه قابليتي التخيل والإصرار على إثبات ما تخيله، ففي مرحلتي التصور وإثبات التصور تتجلى روعته.

داوكنز

Richard Dawkins، in John Brockman's (What We Believe but Cannot Prove).

مقتطف من كتابه (ما نؤمن به ولا نستطيع إثباته).

دعني أعود إلى مثالي الذي سُقته آنفا عن لعبة الظاما؛ لقد افترضت أن قوانين الكون الأساسية التي اكتشفناها لتساعدنا على التنبؤ بحركات الكواكب وتفاعل الجزيئات وانتقال الأجسام يمكن أن تماثل قوانين اللعبة. قد تساعدنا الرياضيات حقا على التنبؤ بأفضل حركة يمكننا الإقدام عليها بعد سلسلة من الحركات الشائكة والمتشعبة ولكن إذا ما أردنا توضيح قوانين اللعبة (أو قوانين الكون) لأي مبتدأ فسنكتفي – ولاشك – بعدة جمل بسيطة من اللغة لاغير.

فينمن

Richard Feynman، The Character of Physical Law.

مقتطف من كتابه (صفة القانون الفيزيائي).

أؤكد على أهمية علوم الحياة ودراسات الإنسان (كعلم وظائف الأعضاء وعلمي الأمراض والتشريح) وجدارتها وضرورة حيازتها على الموقع المركزي والصدارة بين العلوم، تماما كما يصح وضعها على الهامش أحياناً!! فمن النواحي التطبيقية والكمية يصح اعتبارها هامشية الدور والأهمية لأن العالم (الحي) برمته لا يعدو كونه جزءا ضئيلا تافها و(حالة خاصة) من مكونات الكون ككل وليس من اللائق علميا أن نتوقع أن تعمقنا بعلوم الحياة وبقية مشتقاتها كعلم النفس وعلوم الطب والاجتماع سيساعدنا كثيرا في اكتشاف ذات الكون الفسيح ومحتوياته، ولا في التعرف وإماطة اللثام عن أي قانون عام شامل خارج

الدائرة (الحياتية) تلك. ولكن في المقابل إذا كان غرضنا مُنصباً بكامله على زيادة فهمنا لعلاقات ذلك الإنسان وعالمه الحيوي بالكون الذي يحتويه فلاشك سيتوضح حينئذ الموقع المركزي لعلوم الحياة.

مونود

Jacques Monode، Chance and Necessity.

مقتطف من كتابه (الصدفة والضرورة).

– من البديهي استحالة تشبيه الخالق (جل وعلا) بصانع الدمى الذي يحركها كيفما يشاء وبالأخص فيما يتعلق بأفعال الإنسان وإرادته في فهم تصرف الكون ونظامه. هذا من جهة، ولكن من جهة ثانية، لابد للكون الذي نعيش فيه أن يكون صارم الخضوع للنظام والترتيب ذاتيا وبلا استثناء، هذا إذا آمنا بوجودنا في محيط عقلاني نستطيع التعايش معه بحياة تفاعلية منتجة من جهة، وأن نتطور في فهمنا له مرحليا من جهة ثانية. على الأحداث أن تتبع مسبباتها حرفياً إذا ما رغبنا أن نفهم وأن نتعايش مع ما يحيط بنا. وعليه – وما عدا حالات الإعجاز والمعجزات – فلا نتوقع أن يتدخل (المولى جل وعلا) دائما وباستمرار كلما أحاطت ببني البشر كارثة أو استجد في الكون خطر.

وليمز

Rowan Williams، (Of Course This Makes us Doubt God's Existence)، Sundoy Talegraph، January 2، 2005.

قوانين نيوتن للحركة والجاذبية والتبريد

NEWTON'S LAWS OF MOTION، GRAVITATION، AND COOLING

إنكلترا، 1687 (تاريخ نشر قانوني الحركة والجاذبية).

وإنكلترا، 1701 (تاريخ نشر قانون التبريد).

• تختص قوانين نيوتن في الحركة بتفسير العلاقة بين القوى المؤثرة على الأجسام، وتحرك هذه الأجسام تبعا لذلك.

• **ينص قانونه في الجاذبية على تناسب قوى الجذب بين الأجسام طرديا مع حاصل ضرب كتلها وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينها.**

• **وينص قانونه في التبريد على تناسب مقدار التغير في كمية الحرارة المفقودة من جسم ما مع فرق درجة حرارته بالنسبة إلى درجة حرارة محيطه.**

محاور ذوات علاقة:

(روبرت هوك – ROBERT HOOKE) و (يوهان برنولي– JOHANN BERNOULLI)، و (قوانين كبلر لحركة الكواكب – KEPLER'S LAWS OF PLANETARY MOTION)، و (قانون اللزوجة لنيوتن – NEWTON'S LAW OF VISCOSITY)، و (نظريتي اينشتين العامة والخاصة في النسبية – EINSTEIN'S GENERAL AND SPECIAL THEORIES OF RELETIVITY).

من أحداث عام 1687:

– قتل أفراد بعثة استكشاف نهر الأمازون بقيادة المكتشف الفرنسي (روبير كافلير دو لا سال – Robert Cavelier de La Salle) قائدهم أثناء استماتتهم للبحث عن منابعه.

– ادعى المكتشف الفرنسي ذاته وقبل حادث اغتياله بخمس سنين ملكية كامل حوض الأمازون لفرنسا.

– طعنت الموسوعة الكاثوليكية (Catholic Encyclopedia) بطموحات (لاسال

La Salle –) ومخططاتـه للاستيـلاء على طرق التجارة وتكويـن إمبراطورية، واصفة إياها بالإنجازات المستحيلة التحقيق بالنسبة لإمكانيات جيل عاصر (لاسال) وعاش معه.

نصوص القوانين وشرحها:

أولا: قوانين نيوتن في الحركة عام 1687:

قلبـت قوانين نيوتن في الحركة مفاهيمنا الفيزيائية الأساسيـة رأسا على عقب واسلمتنا إلى أفـكار ثوريـة جديدة بخصوص كافـة الأجسام المتحركة في الكون. كتـب كل من (دودلي وليامـز – Dudley Williams) و (جون سبانكلـر – John Spangler) في كتابهما الموسوم (الفيزياء لطلبة العلوم والهندسة) يقولان:

((تعدت أهمية تلك القوانين كونها الموجد الأساس والقاعدة الصلبة لبناء علوم الحركة الكلاسـيكية، إلى كونها الموجد الأسـاس والقاعدة الصـلبة لبناء الفيزياء التي نعرفها برمتهـا. وعلى رغم احتوائهـا على بعض التعاريف والمسـلمات التي يمكـن اعتبارها فرضـيات أساسية، إلا أن نيوتن ظل مصرا على أنها جميعا نبعت وتأصلت على أسس كمية ثابتة اسـتقاها من تجاربه الشخصية ومشـاهداته. ولكن مما لاشك فيه أبدا هو أن تلك القوانين اتسمت بالإبداع والأصالة بالنظر لاستحالة اشتقاقها من أي من العلاقات أو القوانـين التي سـبقتها أو من المعادلات الأكثر منها بسـاطة. لقد تضـمن التأكد من صحتها شيئاً من التنبؤ وبعضـاً الحدس، ولكن ذلك التنبؤ والحدس ظلا صامدين أمام كافة محاولات تفنيدهما والتأكد من مصداقيتهما ولفترة ناهزت القرنين من الزمان.

اعتقد أرسـطو – وقد سـاد اعتقاده لفترة ناهزت الألف سنة – أنه لابد من الاستمرار بتسـليط قوة من نوع ما على أي جسم إذا ابتغي له الاستمرار في حركته، ولكن نيوتن استطاع دحض هذا المفهوم كلياً بوضعه لقانونه الأول في الحركة. لقد استطاع ارسطو إسـناد أفكاره ونظريته تلك بالكثير من الملاحظات النوعيـة وفقا لمفاهيم زمانه، وكان في عمله ذاك الكثير من الحكمة والمنطق مما اسـتدعى تبجيله والإعجاب به، ولكن من

المدهش أن يكون غاليليو قد نادى بالمزيد من القياسات المعمقة لمواقع الأجسام وطالب بضرورة القيام بذلك بدلالة الزمن من أجل فهم أفضل للموضوع، ومن أجل وضع نظرية أقدر وأدق على تفسير الطريقة التي ننظر بها إلى الكون من حولنا)).

علق كل من (ارنست ابيرز – Ernest Abers) و (شارل ف. كنيل – Cherles F. Kennel) على قوانين نيوتن في الحركة في كتابهما الموسوم (حركة المواد) بما يلي:

((يكفي نيوتن فخرا أن تدله عبقريته إلى صياغة كل ما يتعلق بكافة المواد وبكامل طيف تحركاتها وتحت كل الظروف بثلاثة قوانين فقط لا رابع لها!!، وأن تستطيع تلك القوانين الثلاثة أن تؤطر لكافة مسائل الحركة وتحليلاتها، وتجيب عن كل احتمالاتها كمياً. تلك هي عظمة وعبقرية قوانين نيوتن الثلاث في الحركة)).

قانون حركة نيوتن الأول:

قانون الاستمرارية ـ أو قانون القصور الذاتي
THE LAW OF INERTIA

ينص القانون الأول على **محافظة كافة الأجسام على حالتها من السكون أو الحركة ما لم تؤثر عليها قوة خارجية**، فالجسم الساكن الثابت يبقى في سكونه وثباته، والجسم المتحرك يستمر بحركته بنفس السرعة وبذات الاتجاه ما لم تؤثر على أي منهما قوة خالصة خارجية. أي أن جسما معلوما ككرة القاعدة (Baseball) أو البولنك (Bowling) منطلقة بإزاحة منتظمة ثابتة (أي منطلقة بخط مستقيم بسرعة ثابتة) سوف تستمر بانطلاقها وتحافظ على حركتها المنتظمة ما لم تؤثر عليها قوة خالصة تسلط عليها من خارجها.

من المهم جدا في دراسة (قانون نيوتن الأول) تسليط الضوء على مصطلح (القوة الخالصة) لسبب وجيه، وهو أنه قد يقع الجسم المعين تحت تأثير عدة قوى مسلطة عليه من خارجه ولكنه سيستمر محافظا على مقدار إزاحته ثابتةً متى ما تعادلت كل تلك القوى. فعلى سبيل المثال يبقى فنجان القهوة ثابتا مستقرا على طاولتك بقيمة إزاحة مقدارها صفر وذلك لأن

مقدار القوة الفاعلة نحو الأسفل والمتأتية من مفعول وزنه عليها قد جوبهت بقوة فاعلة نحو الأعلى تأتت من فعل المنضدة المعاكس عليه، فاكتسب بذلك مقدار إزاحته الصفرية تلك. ولكن ذلك الفنجان - ولاشك - سيتحرك إذا ما تدخلت يدي للإخلال بتوازن القوى المسلطة عليه وذلك بدفعه إلى حافة تلك المنضدة، أو برفعه لفمي لأشرب، وكمثال ثان فإن الكرة المستقرة على سطح أملس لا احتكاك فيه قط ستتحرك وتستمر بتحركها باتجاه واحد لا تغيره وإلى مالا نهاية إذا ما ركلتها ركلة واحدة، ولكن مما لاشك فيه أن لفعل الاحتكاك وجود شامل في حياتنا العملية كذاك الموجود بين الكرة والسطح الذي تتدحرج عليه وبينها وبين جزيئات الهواء التي تعترض مسارها.

نستنتج - وبناء على القانون الأول - أن لا وجود لأي قوى خارجية تفعل فعلها على أي جسم يسير بانتظام بإزاحة ثابتة مهما كان مقدارها. ونستنتج منه كذلك بأن حالة السكون هي حالة خاصة من مقدار الإزاحة الثابتة قيمتها صفر، وأن هناك قوة أو قوى تفعل فعلها على أي جسم يسير بإزاحات متغيرة.

لقد تُوّج (قانون الحركة الأول) هذا كإنجاز فريد وفتح جديد نسبةً إلى الفترة التي سبقت (**نيوتن**)، لا غرابة في ذلك إذا ما تذكرنا أن المفهوم السائد آنذاك - وقبل فترة غاليليو - قد قال، بل وأكّد على ضرورة استمرار تسليط القوة على أي جسم إذا ما أريد له الاستمرار في حركته. فالكرة تتحرك طالما سلطنا عليها قوة خارجية وستتوقف حتما متى ما توقفت تلك القوة الخارجية العاملة عليها. وما أكد ذلك المفهوم وأصّله في الأذهان هو الملاحظة اليومية التي لا تخطئ: إذا ما توقف دفعنا للكرة فإنها حتما ستصل إلى السكون وتتوقف. لم يُفكر الأقدمون ولم يصل إلى أذهانهم تصور قوة الاحتكاك. لقد ظنوا أن أي جسم ساكن مستقر إنما هو في حالته (الطبيعية) حينما لا يتحرك. وبنفس المفهوم آمنوا أن الاستمرار بتسليط قوى هائلة من نوع ما لابد من دوام تدفقها لتسيير الكواكب في مداراتها حول الشمس ولولاها لتوقفت كل الكواكب عن الحركة، ولكن مفهومنا المغاير اليوم لفعل الجاذبية يقول: إذا ما فعلت الجاذبية فعلها على أي جسم -بما في ذلك الكواكب السيارة - فإن فعلها سوف

يتجسد بتغيير مسار الكوكب أو سرعة حركته ولكنها غير ضرورية أبدا لإبقائهن مستقرات[1] هـذا إذا افترضنـا بالطبع انعدام وجـود أي نوع من الاحتكاك بينها وبـين دقائق الجسيمات الموجودة في الفضاء (الما بين الكواكبي).

قد لا يعود الفضل كاملا خالصا لنيوتن في اكتشافه للقانون الذي سُمي باسمه ونسب إليه (كقانون نيوتن الأول)، شأنه في ذلك شأن العديد الجم من القوانين والتي لا بد وأن يكون قد ساهم العديد من العلماء والمفكرين في وضع أُسسها والتمهيد لها قبل أن يأتي آخرهم ليحصد ثمـرة جهودهم، ويحصل على فخار ذروة أعمالهـم أجمعـين. لقد كتب (ارنولد ارونز – Arnold Arons) في مؤلفه الموسوم (تطور مفاهيم الفيزياء) قائـلا:

((.... وفي أيـام نيوتـن الخـوالي – وبنـاء على العلم الذي سـبقه – اسـتمر العلماء بالعمل، والكليـات على تدريس فيزياء الحركة من كتبهـم المنهجية المعتمدة (ولكن بقصور واضح بمفهومنا اليـوم،... كـان عصيـا على التغير آنئذ). ولكن بحلول نهاية القرن السـابع عشـر، وجـد مفهـوم (غاليليو) للتصــور الذاتـي طريقـه إلى القبول كأحـد المسـلمات من قبل علماء الفيزيـاء المعتمدين آنئذ، ولكن ما بـزّ نيوتن عصره وزمانه به، هو أنه وضـع قانونه للقصـور الذاتي على رأس قائمـة قوانينه، مانحا إياه تحـرره الكلي الكامل مـن كل المناهج والنظريات السـابقة المعتمدة وذلـك بإقراره ونشره على الملأ)).

يعني (القصور الذاتي – أو الاستمرارية) في مفهومنا العام مقدار ممانعة أي جسم لأي تغيير في إزاحتــه. وإذا تبادر إلى ذهنك صعوبة إدراك مفهــوم ضرورة وجود قوة خارجية لإيقاف أي جسم متحرك فما عليك إلا متابعة السطور القادمة، وأن تتصور معي حركة عُملة معدنية بسيطة على سطح طاولة اعتيادية ؛ ستنزلق العملة المعدنية على الطاولة الملساء بعد أن تدفعها بإصبعــك إلى مسافـة معينة ثم تتوقف بعد ذلـك. فما علينـا الآن إلا أن نتصور وضع بضعة

(1) (... كل في فلك يسبحون) القرآن الكريم: سورة (الأنبياء) آية (33).

قطيرات من الزيت كي نقلل من أثر احتكاكها مع تلك الطاولة ومعاودة دفعها بذات الإصبع وبنفس القوة السابقة، ماذا سيحدث؟... لاشك إنك ستتفق معي على أن القطعة سوف تقطع مسافة أطول على الطاولة لقلة احتكاكها عند انزلاقها عليها، والآن دعنا نتصور زيتا من نوع أجود يوفر لنا سطحا أكثر سلاسة وأقل احتكاكا مما سبق... ألا تتفق معي أن المسافة المقطوعة هذه المرة ستكون أطول؟. والآن بإمكاننا مد هذه التجربة وتضخيمها إلى الحد الذي نمحي معه كل أثر لأي احتكاك لتلك العُملة مع السطح الذي ستنزلق عليه... والآن، ألا تتفق معي – والحالة هذه – أنها ستستمر بالانزلاق إلى مالا نهاية على طاولتنا الخيالية لا نهائية الطول صفرية الاحتكاك؟

يقول المنطق وتدلنا الحقيقة على حاجتنا – والحالة تلك – إلى قوة خارجية من نوع ما لتغيير إزاحة قطعة النقود أو لإيقافها نهائيا، على حين لسنا بحاجة لأي قوة إضافية لإبقائها منزلقة بإزاحتها الثابتة على طول الطاولة وإلى الأبد.!!

قانون حركة نيوتن الثاني:

قانون الحركة

THE LAW OF MOTION

ينص القانون الثاني على تناسب مقدار التغيير في زخم جسيم ما مع مقدار القوة الخالصة المؤثرة عليه. ويعبر عن ذلك رياضيا:

$$\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt$$

حيث $\mathbf{p}$ هو مقدار الزخم، وهو قوة اتجاهيه ويساوي حاصل ضرب كتلة أي جسم بإزاحته و هو مقدار القوة المسلطة

و $d\mathbf{p}/dt$ هو مقدار معدل التغير في الزخم

(وتشير الحروف الثخينة إلى أن القيم التي تمثلها هي قيم اتجاهيه – أي أنها تحتوي على مقدار واتجاه).

وعليه بإمكاننا تعريف كافة القوى بمفهوم زخومها، أي بمعنى تساوي قوتين إذا تساوى معدل

مقـدار التغيير فـي الزخـم الذي تسلطانه على جسم ما. ولاحظ أن الدالة(dp/dt) لا تشترط أبـدا ثبوت كتلة الجسم، بمعنى إمكانية تغيُّر كتلـة الجسم المعني خلال دراستنا لحالته كما يحدث عنـد ازديـاد كتلة قطرة المطر، كلما طالت فـترة هبوطها من السحاب ونقصـان كتلة الصاروخ المنطلق إلى الفضاء كلما أحرق جزء أكبر من وقوده للتخلص من الجاذبية.

ويأخـذ هذا القانون بالحسبان أيضا إبقاء اتجاه مقـدار التغيير في الزخم مطابقا لاتجاه القوة التـي أحدثته. وللأجسـام التي تتمتع بكتل ثابتة خلال اختبارهـا ومراقبتها فإن قانون نيوتن الثاني سيتخذ الشكل التالي:

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

حيث $\mathbf{F}$ تمثل مقدار القوة الصافية المؤثرة على $\mathbf{a}$ و $\mathbf{m}$ مقدار معين من الكتلة من نوع ما و $\mathbf{a}$ مقـدار التعجيل الذي ستكتسبه تلك الكتلة (ويعني مقدار التغيير في إزاحتها) وتحمل هـذه القوة وحدات (النيوتـن – N) لقياسها، والتي تُعرف بأنها مقـدار القوة المسلطة على جسـم ما (وكتلته كيلو غـرام واحد) واللازمة لإكسابه تعجيلا مقـداره متر واحد في الثانية (اي م / ثـا تربيع). وكمثال مبسط لما سبق ؛ إذا دفع منجنيق كتلة من الحجر مقدارها (0.10 كيلوغـرام) بقـوة مقدارها (200) نيوتن) فـإن التعجيل الذي ستنطلق بـه كتلة الحجر حال مغادرتهـا للمنجنيق ستبلغ 2000 متر / ثا (تربيع). وعليه فإذا ثبتت القوة فإن التعجيل الذي ستنطلق به كتلة معينة سيتناسب عكسيا مع مقدارها.

ومـن ناحيـة ثانية إذا ما تأثر جسـم ما بعدة قوى تعمل عليـه في ذات الوقت فإن حساب محصلة تعجيلة تتم وفقا لنفس القانون على شرط حساب محصلة كافة القوى الاتجاهية المؤثرة عليه أولا، ومن ثم استخدامها كما في القانون السابق.

وإذا مـا تصورنا أي جسـم يسقط سقوطا حرا من أعلى إلى الأرض فـإن القوة الوحيدة التي ستؤثـر عليـه هي وزنه فقط (هذا بالطبـع إذا أهملنا مقاومة الهواء لـه) والذي سيكسبه تعجيلا يسـاوي مقدار التعجيل الأرضـي الناتج عن جاذبيتها ويسـاوي (9.8 م/ثا (تربيع)) عند سطح البحر.

قانون حركة نيوتن الثالث

قانون الفعل ورد الفعل:

(THE LAW OF ACTION AND REACTION)

ذكر (ابرز – Abers) و (كنل – Kennel) في كتابهما (حركة المادة) ما يلي: لقد كان لقانوني نيوتن الأول والثاني بعض الجذور والمقدمات في أفكار وطروحات كل من (غاليليو) و(هوك) و(هيكنز) ولكن قانونه الثالث كان عبارة عن (درة من الأصالة) لم يسبقه إليه ولا لمقدماته أحد، وكان مسك الختام لقوانين الميكانيك اللائي اكتملن به منطقيا. ينص (قانون حركة نيوتن الثالث) على **أنه لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له بالاتجاه،** أي أن كافة القوى في الطبيعة لابد وأن تتجسد بأزواج قوى متساوية في الكمية ومتعاكسة في الاتجاه.

تتضح تطبيقات هذا القانون جلية عند مراقبة الأجسام عند تماسها، وعليه فإن القوة التي تصدم بها ملعقة طعام أرض الغرفة التي تقع عليها تساوي بالضبط مقدار القوة التي ستدفع أرض الغرفة الملعقة إلى أعلى بها. ويصدق القانون على الأجسام التي ينجذب أحدها نحو الآخر، فعلى سبيل المثال إن الطير الذي (يسحب) نفسه إلى الأعلى من سطح الأرض يجابه نفس مقدار القوة التي يجره بها سطح الأرض إلى الأسفل، وإذا ما سقط شخص من علو إلى الأرض فإنه سيصدمها بنفس مقدار القوة التي ستردها الأرض إليه[1]. وقد يكون من الصعب حتما استيعاب المنطق القائل إن سقوط الشخص على الأرض سيماثل تماما (سقوط الأرض) على الشخص ولكن هذه هي الحقيقة الفيزيائية. ولكن كل ما في الأمر هو أن التعجيل في الحالة الثانية سيكون شديد الضآلة بالنظر لعظم كتلة الأرض (راجع العلاقة العكسية التي تربط الكتلة بالتعجيل إذا كانت القوة المسلطة على الجسم ثابتة)، والظاهر للعيان سيكون تعجيل سقوط الشخص على الأرض لا غير. ولكن في الفضاء الخارجي تساوي الفيزياء

(1) وعليه، لا يمكننا اعتبار مقولة (رد الصاع صاعين) من شيم الطبيعة أبداً. (المترجم).

حقيقة تعجيل أحد المذنبات باتجاه الشمس تعجيل الشمس ذاتها تجاهه.

وباستطاعتنا المضي في ضرب الأمثلة حول (قانون نيوتن الثالث) الذي ينطبق على أزواج القوى المتماثلة في القيمة والمتعاكسة في الاتجاه، فنقول إذا ما سلط محرك مركبة صغيرة قوة دفع معينة على دواليب عربة ألعاب صغيرة تسوقها إلى الأمام على مرج، فإن المرج ذاته سيقوم بتسليط قوة احتكاك على الدواليب تسحبها إلى الخلف.

وإليك المثال الذي ساقه نيوتن بنص كلماته حين قال: (إذا ما ضغطت على حصاة بإصبعك فإنها ستضغط على إصبعك كذلك، وإذا ما سحب حصان حجراً إلى الأمام فإن الحجر سيجر الحصان إلى الخلف).

قد يكتب القانون أحيانا على الشكل التالي:

$$F_{BA} = -F_{BA}$$

وتفسيره: إذا ما سلط الجسم A قوة مقدارها F_{BA} على الجسم B، فإن الجسم B سيسلط على الجسم A قوة مقدارها F_{BA}، مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الاتجاه.

ومن نتائج القانون الثالث المهمة هو ثبوت مجموع العزوم زمنيا لجسمين يُسلط أحدهما قوة ما على الآخر، بافتراض عدم تدخل أي قوى أخرى للتأثير على أجسام هذا النظام.

ولقد أثبتت دراسات **(نيوتن)** صحة هذه الفرضية وبدرجة كبيرة، ويمكن تطبيقها على تصرف كرتين صغيرتين من البليارد قبل، وخلال، وبعد تصادمهما. وقد درس **(نيوتن)** تلك النماذج بالفعل وتوصل إلى أن حاصل جمع العزوم لابد وأن يكون ثابتا دائما. فمقدار العزمين **(ع1)** و **(ع2)** للجسمين (1) و (2) لابد أن يكونا ثابتين قبل وبعد التصادم أي أن

ع1 + ع2 = قيمة ثابتة دائما.

ولا تعجب – عزيزي القارئ – إذا علمت أن (قانون حركة نيوتن الثالث) الذي نحن بصدده الآن يستوجب حقيقةً مشروطةً، وهي: إذا ما رمى لاعب كرة السلة كرته على أرض الملعب فعلى الأرض أن تتحرك. ولكن دعنا نستدرك لنقول إنه لا اللاعب ولا مشجعيه سيلاحظون حركة الأرض التي زعمناها، وذلك لعدة أسباب سيأتي ذكرها.

والآن ولإثبـات صحة مـا ذهبنا إليه رياضيا دعنا نفترض كرة سلـة تزن MB (كيلو غراما واحدا) قد قُذفت بسرعة VB (100كيلو) في الساعة لتحط على أرضية الملعب التي طُليت مسبقا بالغراء بحيث تلتصق الكرة بها عند الاصطدام مباشرة.

يبلغ زخم الكرة قبل أن تصطدم بالأرضية مباشرة قيمة مقدارها:

P = m**v** = 100kg. km / hr. تكتسب الأرض هذه الكمية من الزخم عند الاصطدام حالا، دعنا الآن نحسب مقدار التغيير في سرعة الأرض نتيجة لذلك الاصطدام.

لنفترض أن كتلة الأرض هي ME وتساوي تقريبا ما مقداره x5.9742 (10مرفوعة إلى القوة 24) كيلو غراما، وأن VE تمثل مقدار التغير في سرعتها. وبتطبيق قانون حفظ الزخم الذي ينص على:

MB VB = ME VE

حيـث إن: MB VB تمثـلان كتلة الكرة مضروبة بسرعتها على التـوالي و إن: ME VE تمثلان كتلة الأرض مضروبة بسرعتها على التوالي كذلك.

وبمـا أن MB VB = 100 حسـب افتراضنا السابق فسينتقل هـذا المقدار من الزخم كلية ومباشرة إلى الأرض.

(كتلتها وسرعتها) أي أن:

MB VB = ME VE

1kg x 100km / hr = ME VE

أي أن

VE=100/ME أو

100 = ME VE

وبمـا أن مقدار كتلـة الأرض (ME) التقريبية هـي (5.9742 مضروبة في 10 مرفوعة إلى القوة 24) وهي كمية هائلة، فعليه يكون

مقدار التغيير في سرعة الأرض تقريبا = [(5.9742 × (10 مرفوعة للقوة 22)] / 1

وهي قيمة ضئيلة جدا تساوي أقل من جزأين من البليون جزء من البليون جزء من السنتمتر الواحد في الساعة، وقد يمكن تقريب هذه الكمية للإدراك بالقول إنها تساوي حركة بمقدار قطر بروتون واحد في السنة!!

ومن الواضح وبسبب عظم وضخامة كتلة الأرض فإن مثل هذه القيم لا يمكن قياسها مطلقا. ولا حاجة للتأكيد أن كرة السلة تلك لن تستطيع (عمليا) تحريك الأرض!! ويمكن تفسير تلاشي زخم الكرة بضياعه ما بين ما لا يحصى من العوامل المؤثرة الأخرى مثل تحول جزء من طاقتها إلى حرارة تنتقل إلى أرضية الملعب عند نقطة التماس- وتأثير نقاط المطر وأمواج المحيطات وحتى مشي الطيور ودبيب الهوام....

واليوم لا يشك أحد بأنك لو سألت أصدقاءك هل تدور الكواكب حول الشمس؟ لن يتردد أحد بإجابتك بالإيجاب، ولكن وبالاعتماد على قانون نيوتن الثالث (والذي ينص على أن لكل فعل رد فعل مساو له بالمقدار ومعاكس له بالاتجاه) فإننا نعلم اليوم بأن الكواكب في نظامنا الشمي لا تدور حول شمس ثابتة كما تصورها الفلكي الجليل (يوهانز كبلر - Johannes Kepler)، ولكن يستوجب قانون نيوتن المذكور أن تدور الشمس مع الكواكب حول مركز كتلتيهما معا والتي تقع في مكان ما بين مركزيهما، وعليه استوجب على العلماء إدخال بعض التعديلات على (قانون كبلر الثالث) لجعله أكثر دقة ومطابقة لـ (قانون نيوتن الثالث)، ومع ذلك فإن التصحيح المقترح كان من الضآلة بمكان... وذلك بسبب جسامة كتلة الشمس مقارنة بأي من الكواكب التي تدور حولها.

ولكن من المفيد الإشارة في هذا السياق إلى أن مركز كتلتي الشمس وأحد الكواكب العظيمة التي تدور حوله (ككوكب المشتري مثلا) لابد وأن توجد خارج سطح الشمس بكل الحسابات. والآن إذا ما أعدنا تقييم حالة نظامنا الشمسي من وجهة نظر أكثر كمالا فلاشك أن الأمور ستزداد تعقيدا، فمثلا شمسنا الغالية (وككل النجوم في الكون) لابد لها وأن تسير في الفضاء وبسرعة - وهي كذلك - فسرعتها النسبية مقارنة لأقرب النجوم الأخرى إليها تبلغ (20 كيلومترا) في الثانية الواحدة أي ما يعادل (45،000 ميلا) في الساعة - وهذه سرعة مهولة جدا. ولكأني أطلب منك أن تتخيل شمسنا تلك (وبسرعتها الهائلة المذكورة)

وكأنهـا سيارة سباق من نوع (فيراري) تسير بسرعتها الهائلة جارة خلفها تسعة من كواكبها عـبر الفضاء في سباق نجمي محمـوم. والآن إذا ما أدخلنا كامل مجرتنا في الحسبان فإن شمسنا الآن ستدور بمدار شبه دائري حول مركز المجرة بسرعة جنونية مقدارها (220 كيلومترا) في الثانية الواحدة. (فأي سباق هذا؟؟ وإلام؟؟).

وختامـا ولتسليط الضوء على أهمية (قانون حركـة نيوتن الثالث) لابد لنا من التأكيد على حقيقـة اعتباره إبداعا فريدا اتفق عليه معظم فيزيائيي العالم، يفوق في أصالته قانونيه الآخرين في الحركة. كتب (ارونز – Arons) في مؤلفه الشهير (تطور مفاهيم الفيزياء) ما يلـي:

((تجـد كافـة المفاهيـم والآراء والقوانين التي سـبق ذكرها وشرحها شـيئاً من الخلفية التاريخية والخيوط الرياضـية التي تدل بشـكل أو بآخر على سـابق تطور لها وسالف نقاش جرى ذكره بصـددها، إلا هذا (القانـون الثالث) فقد عجز المؤرخون في بحثهم عن إيجاد أي صـيغة أو دليل أو حتى لأي إشـارةٍ تدل عليـه من قريب أو من بعيـد في كافة كتابات من سبق (نيوتن) من العلماء والباحثين ولا لأي ذكر عنه أو لأي مقدمات عليه وحتى ضـمن كتابات ومؤلفـات (نيوتن) السـابقة لظهور كتابه العظيم (المبادئ – Principia) في عام 1687)).

شكلـت قوانيننا الثلاث السابقة دعائـم وأسس الحركة بكل أشكالها وتفاصيلها ولم يجرؤ أحـد علـى الشك بدقتها ومصداقيتها المطلقـة وإلى حد أوائل القرن العشريـن أي أوائل المئة التاسعـة عشرة بعد الميلاد. نعلم اليوم وبما أكدته لنـا التجارب العلمية أن قوانين حركة نيوتن تبـدأ بالانهيـار كلما اقتربت سرع الأجسام المعنية من سرعة الضـوء، وعليه لابد لها أن تنضم تحـت لواء (نظرية اينشتـين للنسبية الخاصة)، والتي أدخلت عليهـا تعديلات جذرية عززت مـن صمودها في نطاق تلك السرع الخيالية. فعند السـرع المتناهية، لن تصمد معادلة الزخم البسيطة بشكلها الكلاسيكي التالي:

$$p = mv$$

وإنما لابد من إدخال التحوير اللازم عليها – وحسب نظرية اينشتين السالفة لتصبح:

$$\mathbf{p} = m\mathbf{v}/(1 - \mathbf{v}^2/c^2)^{1/2}$$

حيث c هي سرعة الضوء في الفراغ.

وبــرزت معضلة مشابهــة تحدت قوانين نيوتن لــدى اكتشافنا للعــوالم (المتناهية في الصغر والمادون الذرية) والتي تشمل الجزيئات والذرات ومكوناتها والتي لم يُمكنْ التعامل معها لولا إدخالنا لمفاهيم (الكم) الجديدة إلى مضمارها.

وعنــد كلامنا عن قوانــين الحركة بصفة علمية بحتة لابد لنا مــن حصرها في نطاق (الأطر المرجعيــة الثابتة) والتي تتحرك بإزاحة ثابتة لا تتغير، وعلــى رغم الحقيقة العلمية الدامغة بأن أرضنا لا تمثل – بحق – إطارا مرجعيا ثابتا لأنها بطبيعتها تدور حول محورها وحول الشمس إلا أننا اتفقنا – اصطلاحيا – ولأجل إجراء التجارب الحياتية الحقيقية أن نعتبرها كذلك.

سطعــت عبقرية **(نيوتن)** تحت ضوء حقيقة لا مراء فيهــا ؛ وهي تمكنه من تقديم نظام كامل ضمــن إطار محكم مكننا من فهم طريقة تصرف العالم حولنا في مجريات حياتنا اليومية الحاوية على أجسام تتحرك بسرع قابلة للفهم والإدراك، فلا تزال تلك القوانين فعالة جدا ومستخدمة في مسائــل تتضمن التخطيط والتصميم لصناعــة الخراطيش النارية والتعامل مع كرات السلة وحتــى إطــلاق الصواريخ. ورغم عدم نُكراننا لجهود العديد مــن البحاثة من أمثال **(غاليليو)** والذين أتحفوا العالم باكتشافاتهــم الباهرة في نطاق الميكانيك الكلاسيكية، ولكن الفضل في إحكام بناء النظام الكامل يعود في النهاية إلى **(نيوتن)** وحده بلا منازع.

قانون نيوتن للجذب العام 1687

NEWTON'S LAW OF UNIVERSAL GRAVITATION. (1687)

– يجذب كل جسم مادي كل جسم مادي آخر بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما. يكتب (قانون نيوتن للجذب العام)، عادة، على الشكل التالي لكتلتين نقطيتين، والكتلة النقطية هي عبارة عن جسم مثالي تتركز كامل كتلته في حجمه النقطي متناهي الصغر إذا ما قورن بالمسافة الهائلة التي تفصله عن الجسم الآخر:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2},$$

حيث F – مقدار قوة الجذب الفاعلة بين الكتلتين و G – ثابت التجاذب و m_1 – كتلة أحد الجسمين النقطين و m_2 – كتلة الجسم النقطي الآخر و r – المسافة الفاصلة بينهما

أما قيمة G فتكتب عادة بقيمة تساوي: [(6.67 x (10 مرفوعة إلى القوة السالبة العاشرة)] بوحدات نيوتن x متر مربع / كيلو غرام تربيع ($N.\ m^2 / Kg^2$).

لقد أدرك (نيوتن) وفي وقت مبكر إمكانية حساب G بدقة ولو بصورة نظرية ولكنه افتقر الى الآلات والأدوات الدقيقة التي تمكنه من تحقيق ذلك ولكنه، وعلى أية حال تمكن من وضع الدليل اللازم لثبوت تلك القيمة. لقد كان على الزمان الانتظار لمئة عام أخرى بعد نشر نيوتن لكتابه العظيم (المبادئ) حتى جاء [هنري كفندش –(1731–1810) Henri Cavendish] الذي استطاع أن يتوصل إلى تقريب ممتاز لتلك القيمة باستعمال (قبابين العزوم)[1] الدقيقة والحساسة جدا.

في المفهوم العام للجاذبية: علينا توسيع مداركنا لاستيعابها فهي لا تقتصر على قوة جذب الأرض للأجسام الكونية المجاورة لها كالقمر مثلا ولا على قوة جذب الشمس لكواكبها الدائرة حولها فحسب، وإنما تتعداها وتشمل بآثارها كافة الأجسام المادية على الإطلاق،

(1) Torsion Balances. (المترجم)

وبمقدار يتناسب مع حاصل ضرب كتلتها، فحين تقرأ صفحات هذا الكتاب فإن كتلة جسمك ستجذبها، كما ستجذب هي كتلتك إليها كذلك. ألف (بول تبلر – Paul Tipler) كتابا بعنوان (الفيزياء) جاء فيه:

((يعود كامل الفضل للجاذبية في إبقائنا مرتبطين بالأرض، ويعود لها الفضل في ارتباط الأرض وبقية الكواكب بالنظام الشمسي، كما يعود إليها الفضل كذلك في تطور النجوم وتصرف المجرات، أي أن للجاذبية فضل تماسك الكون ككل، إن شئت أن تقول ذلك!؟)).

أبلى (قانون جاذبية نيوتن) بلاء حسنا في تفسير حركة الكواكب حول الشمس والتي سبق لكبلر أن تقدم بها ووصفها بدقة عالية جدا دون الحاجة إليه، أما (نيوتن) فقد حرص أن تكون من ضمن التبريرات المقنعة التي ساقها دعما لقانونه في التربيع العكسي هي إمكانيته الكاملة على تفسير المدارات الإهليجية للكواكب حول الشمس نتيجة للقوة التي يمنحها للكتل المتجاذبة، وعليه فقد أمكنه اشتقاق (قوانين حركة كواكب كبلر) منه. ولكن نيوتن – ورغم تفكيره ومحاولاته – لم يفهم قط (سببية) الجاذبية ولا كيفية تكونها ولا طريقة انتقالها عبر الفراغ في الفضاء. لقد انتظرنا – وبصبر – دهراً حتى أتى(اينشتين) ليفسر لنا شيئاً عنها بمنظوره عن انحناء الفضاء. (وقد يناقش بعض العلماء (سببية) اينشتين تلك أيضا بتساؤلهم عن مدى فهمه لها، وبتساؤلهم عن مدى فهمه لانحناء الفضاء ذاته!) وقد ترانا أخيرا عاجزين عن التملص من حقيقة قيام معظم العلماء والباحثين بمجرد (إعادة تشكيل أو توفيق) المعطيات بقوانين كي تتماشى مع النماذج الموجود أصلا.

وفي عام (1693) اعترف نيوتن ذاته بجهله لكنه قوة الجاذبية وذلك في رسالة كتبها إلى الوزير واللاهوتي [ريجارد بنتلي (1662–1742) Richard Bently] والتي جاء فيها:

((لم أتمكن ولحد الآن من تحديد كنه أو إيجاد أي تفسير لظاهرة الجاذبية التي توصلت إليها، وتمكنت من وضع نظريتي بشأنها... ولكن ما يثلج صدري – في الوقت الحاضر على الأقل – هو حقيقة وجودها وحقيقة فعلها بموجب القوانين التي تقدمت بها والتي

تتمتع بعمومية شـاملة لتضـم تصـرف كافة أوجـه الحركة في نظامنا الشمسـي وكافة الأجسام في الكون، وذلك من خلال تسليط قوة محسوسة من قبل كل جسم على كل جسم آخر، تمر وتؤثر عبر الفضاء والفراغ دون حاجتها لأي وسط ناقل. ولكن لابد لي من التأكيد بأن ذلك التأثير وتلك الحالة الفريدة والغريبة التي توصلت إليها واكتشفتها وتحققـت مـن وجودها هي من ابتكاري الصرف ومن أُصـليات بنات أفكاري حيث لم يتمكن أي رجل سـواء كان فيلسوفا ماديا حصيفا أو عالما دقيقا فطنا من التفكير بها أو اكتشافها قبلي)).

ناقش (نيوتن) وحاول إثبات فرضية كون القوة الجاذبة للأرض أو تلك التي تجذب الأرض بقيـة الأجسـام بها إليها، هي عبارة عـن نوع ما من (المغناطيسية) التـي تحفظ الكواكب في مداراتهـا حـول الشمس. لقـد افترض أحد المفكريـن والمحللين البارعـين في التاريخ وهو الفيلسـوف والعالم الفرنسي [رينيه ديسكارتيه (1596-1650) Rene Descartes] بأن هنـاك قـوة هائلة عظيمة تشبه (قـوة الإعصار)، هـي المسؤولة عـن دوران الكواكب حول الشمسـ. أي أن هناك (دوامة) عظيمة هائلة تلفهم حولها جميعاً كما تلف الدوامة الهوجاء صغار القوارب وتفتلها حول مركزها.

يذكرنا حديثنا عن الجاذبية وتأثيرها بما يدعيه المنجمون اليوم من فعلها وأهميتها؛ فهم الذين حسبـوا ودأبو على الادعاء أن في اصطفاف الكواكب بشـكل أو بآخر وتأثير جاذبيتها على بعضها البعض وعلى الأرض وعلى ساكنيها لمن الأهمية ما يجعلها الكاشف الفاضح لتاريخهم والمتنبـئ المبصر لمستقبلهم! ولكن الحقيقة تقول (وبتطبيق قانون نيوتن للجذب العام) بأن فعل جاذبية الكواكب على أجسامنا لمن الضآلة بمكان بالنظر للمسافات الشاسعة التي تفصلها عنا، وإلا فكيـف بإمكان اصطفاف الكواكب ساعة مولـدك أن تؤثر على اهتماماتك وعواطفك إذا علمنـا أن تأثير مجرد وجـود طبيب الولادة جنب أمك، عند رأسـك في غرفة الوضع عند ولادتـك، لهو أعظم بكثـير من مفعول جاذبية كوكب المريخ أو الزهـرة. ولو كانت الجاذبية كما (نعرفها علميا) هي مصدر ادعاءات المنجمين التي ملأت الصحف والمجلات والمحطات

الفضائية لكان من الحري بنا أن ندرس مفعول جاذبية القمر في هذا المجال والتي تفوق مفعول كافة الكواكب مجتمعة! ومع ذلك ترك المنجمون اهتمامهم بالقمر للعشاق والأحباب والتفتوا إلى ما ورائه من أجرام وكواكب. ولعمري لو أنهم اهتموا به فلربما كان قد هداهم إلى حب أصيل أو غرام جليل ولملك عليهم سويداء قلوبهم فلم يعد لهم لما سواه حيزا فيها!!

لدى تصفحنا لكتاب نيوتن العظيم (المبادئ) وبالتحديد رسالته الثالثة فيه، فإننا سنجد أنه قد استثمر قانون جاذبيته أكبر استثمار في تفسيره لمدارات الكواكب والأقمار ومسارات المذنبات كما تمليها عليها (وبغموض لم يكن قابلا للتفسير في علوم ذلك الزمان) قوة جذب الشمس لها، ومما توصل إليه حسابياً هو أن مقادير الجاذبية بمجموعها في نظامنا الشمسي لتمهد لاحتمالية وجود العديد من نماذج المدارات في الفضاء لمختلف الأجسام التي يتضمنها إضافة إلى المدار (الإهليجي – Elliptical) المعروف الذي تسلكه فعليا. لقد سبق وأن تطرقنا في مدخل (قوانين كبلر لحركة الكواكب) إلى إمكانية وجود أنواع أخرى من المدارات كالتي نسميها (بأشكال القطع المكافئ – Parabolic) والتي تعتمد أساساً على سرعة الجرم الدائر في أي مجال جذب معين. فعلى سبيل المثال تتبع بعض المذنبات مدارا يوصف (بشكل القطع المكافئ) تدور ضمنه مرة واحدة حول الشمس ولا تعود إليها أبدا. فإذا ما تخيلنا مجرد زيادة طفيفة في قيمة إزاحة الارض التي نعيش عليها فجأة وبمقدار يقارب الـ 1.4 من إزاحتها الحالية لانقلب مدارها الإهليجي حالا إلى مدار القطع المكافئ ولانطلقنا معها (انطلاقة الجمل بما حمل) خارج نظامنا الشمسي إلى المجهول (الذي لا يعلمه إلا الله سبحانه). فكم من الزمن يا تُرى ستصمد كرتنا الأرضية ونحن وما يصاحبنا عليها من أحياء وجمادات في ظلمات الكون السحيق إذا ما قُيض لنا الحصول على مثل تلك الدفعة المخيفة؟ أترك إدراك ذلك لتصورك!!

تسلح العلماء والفلكيون عبر التاريخ (بقانون جذب نيوتن) العام للإفصاح عن العديد من التنبؤات، فلقد استخدم القانون، وبكفاءة تامة في تنبؤ ورصد، ومن ثم اكتشاف الكوكب (نبتون).

لقد لاحظ العلماء ومنذ وقت بعيد بعض التغيرات الغريبة وغير المتوقعة في حركة الكواكب ضمن عائلتنا الشمسية، وتمكن كل من الفلكي الفرنسي [اربين لفيرييه

والفلكـي البريطـاني [جـون كـوخ ادامـز (Urbain Leverrier (1811–1877] (John Couch Adams (1819–1892)] وبصورة مستقلة منفردة من استخدام (قانون نيوتـن للجذب العام) للتنبؤ بوجود كوكب ثامن (لابد وأن يضاف إلى مجموعتنا الشمسية!)، أبعـد من آخر الكواكب المكتشفة وهـو (يورانوس) والذي كان يؤثر تأثيرا بينا محسوسا عليه، فتم اكتشاف (نبتون) في عام 1864 ورُصد مداره الذي طابق مطابقة مدهشة الحسابات التي تنبـأت بوجـوده. ذكر (ارنو – Arnos) في كتابه (تطور مفاهيـم الفيزياء) حقائق كثيرة عن قابلية (قانون نيوتن في الجذب العام) الحسابية وكفاءة قوته في التنبؤ حين قال:

((لقد برهنت نظرية القوى المتجاذبة التي بُنيت في صلبها على وجود قوة تجذب المواد والأجســام بعضها إلى بعض على إمكانية اشـتقاق قانون الجذب العام منها وهو الذي يفسـر بدوره (كما شـاهدنا سـابقا) قوانين (كبلر) الشـمولية إضـافة إلى كم هائل من الظواهر والمشــاهدات الأخرى. والآن إذا ما تساءلنا بمهنية وعلمية عما ينبغي على أية نظرية فعله وتقديمه بخصـوص التفسـير والإيجاز فلن نجد خيراً من (نظرية نيوتن) مثالا ساطعا يحقق بشمولية وبدقة مرضية ما ابتغيناه وفي الصميم)).

ومن الجدير بالذكر أن (قانون نيوتن) في الجذب العام ينطبق فقط على الكتل النقطية أو على الأجسام التي بالإمكان اعتبارها كتلا نقطية، أما تطبيقه على أجسام أكثر تعقيدا وأقل تناسقا وانسجاما فيكون تقريبيا فقط وذلك لصعوبة حساب المسافة الفاصلة بينهما (r) فلن نعرف لها تحديدا دقيقا. والآن وعلى سبيل المثال: (تطلق) الأجسام المتناسقة الكروية والحاوية على أسطـح وأغلفة غاية في الانتظام (قواها الجاذبية) خارج كيانها الكروي وسطحها، تماما كما تفعـل نقطة مركزها الموجودة داخلها بالضبط، وبمعنى آخـر تؤثر الأجسام الكروية المنتظمة ذوات الكتل متناسقة التوزيع بكامل قوة جذبها على الأجسام الأخرى المحيطة بها، كما لو كانت كامل كتلتها قد تركزت بنقطة واحدة (صفرية) في مركزها.

وإذا رغبنا في تطبيق هذا القانون بصورة دقيقة على أجسام معقدة الأشكال متغايرة الكتل، فمـا علينـا إلا افتراض أي جسم على تلك الشاكلة وكأنه مكونا من عدد كبير جدا من الكتل

النقطيــة ومن ثم استخدام التفاضل والتكامل لحساب مقــدار محصلة قوة الجاذبية بين أجزائه وموقع تموضعها كما لو كانت كتلة نقطية. ومن المدهش والمفيد أن نعلم عدم اعتماد (قانون نيوتــن للجذب العام) على وجود أية كتلة بينية في الفــراغ الفاصل بين جسمين، بمعنى عدم وجود ما يشابه (الحاجز أو الدرع المضاد للجاذبية) الذي يعمل على حماية أي جسم من تأثير جاذبية أي جسم آخر.

ولكــن لابد لنا من الاستدراك هنا والقول إنه برغم الإشادة (بنظرية أنشتين العامة للنسبية) والتــي تمثــل الجاذبية كانحناء والتــواء في الفضاء، وفعلها الدقيق في تفســير طبيعة الحركة في حقــول جذب متناهية في العظمة والضخامة - كالحقل الذي يحفظ عطارد في مداره حول الشمس مثلا - إلا أن في (نظرية نيوتن) وميكانيكيتها ما يغنينا في حساباتنا وبحوثنا المتعلقة بالجل الأعظم من أمورنا الاعتيادية وضمن مقاييسنا اليومية.

استوجب (اينشتين) لتأثير الجاذبية سرعة تساوي سرعة الضوء، وعليه فإذا ما افترضنا اختفاء الشمس من موقعها وسط عائلتها الكواكبية فجأة، ضمن نظامها الشمسي فإن الأرض سوف تظل (متمسكة) بمدارها حولها لما يقارب الثمان دقائق بعد ذلك - وهو الوقت اللازم للضوء لقطع المسافة الفاصلة بين الشمس والأرض، هذا ويعتقد كثير من العلماء اليوم بضرورة (لملمة) الجاذبية وجعلها كميمات (أي وحدات منفصلة أو جسيمات) أسموها ابتداءً بـ (جاذبتونات - Gravitons) أســوة بالإلكترونــات وكميمــات الضوء (الفوتونــات) التي دخلت عالم الفيزياء كوحدات تكوين كافة أطياف الموجات الكهرومغناطيسية.

دعنا - وكفسحة فكرية - نناقش شيئاً من مضامين نظرية الجاذبية حسب تصور (اينشتين) ووفقا لنظريته الخاصة في النسبية.

ففــي عــام (1915)، أي بعد مرور عشر سنــوات على نشر (**اينشــتين**) لنظريته الخاصة في النسبيــة (والتي أزاحت صفة الإطلاق عن كل من حدي المسافة والزمن)، طلع اينشتين علينا (بنظريتــه العامة في النسبية) والتي فسرت طبيعة الجاذبية من منظور خاص مختلف عما سبق. لقد جاء (**اينشتين**) بمفهوم أقض مضاجع العلماء، وباقتراح أدار لهم عقولهم حينما نزع صفة

(القوة) عنها ورفض مساواتها مع غيرها وألبسها صفة التابع (والنتيجة) لتحدب (الزمكان) الناتج بفعل كتلتها عليه. ومختصر ما يُحبّذ اهتمامنا للاستدلال على الفرق بين (عالمي) نيوتن واينشتين هو المثال المتعلق ببعض الأجسام ككوكب عطارد، أقرب جيراننا إلى الشمس... فقد جاء في ذكر مقدار المسافة التي تفصله عن الشمس، في طبعة عام (1910) من الموسوعة البريطانية والتي اعتمدت على (قانون نيوتن في الجذب العام) في تحقيق العلاقة لـ [r مرفوعاً للقوة (2.0000001612)] بدلا من الـ [r تربيع (أي المرفوعة للقوة 2)] المفترضة وذلك لغرض تحسين فرص التنبؤ بحركة ذلك الكوكب.

يعتبر مثال الكرة الثقيلة على الغشاء المطاطي من أبسط وأدق الأمثلة لتقريب (نظرية اينشتين للجاذبية) إلى ذهن المتلقي لفهمها، فيفترض أولا انغمار كل كتلة في الكون في مجالها (الفضازماني) الذي يلفها فتغطس فيه كما تغطس كرة (البولنك) الثقيلة إذا ما استقرت على غشاء مطاطي مناسب.

وهذا تصور عملي دقيق لما تفعله النجوم في النسيج (الزمكاني) الكوني. والآن إذا ما حاولنا وضع كرة صغيرة من الزجاج أو من الرخام في التقعر الناتج عن استقرار كرة البولنك على الغشاء المطاطي المتوتر ودفعها قليلا بضربة بسيطة، فإنها سوف تدور لفترة وجيزة حول الكرة الكبيرة؛ وهذا ما يحصل – في تصور اينشتين –للكواكب الدائرة حول الشمس. ولكنك إذا ما حاولت تحريك كرة الزجاج الصغيرة على ذات الغشاء المطاطي ولكن بعيدا عن موقع الكرة الكبيرة حيث لا يوجد تقعر بيّن فإنها لن تتأثر بها أبدا. إن في تغير شكل الغشاء المطاطي بفعل وجود الكرة الثقيلة عليه لهو الموازي التوضيحي لحال النسيج الزماني والمكاني الذي يلف كافة النجوم والكواكب وعليه فقد رسخ في أذهان العلماء والفيزيائيين الآن المبدأ القائل بانحناء الفضاء (الزمكاني) بفعل الكتل (وهو الذي يملي على المادة مسارها). ينطبق ذلك حتى على الأشعة الضوئية التي تعاني شيئاً من الانحناء عند انطلاقها في الفضاء، وعليه فإن مواقع النجوم والمجرات التي نلاحظها ترصع السماء الصافية ليلا لا تمثل مواقعها الحقيقية وإنما مواقع خيالية تصورية نتجت عن انحناء الضوء الوارد إلينا منها عند سفره في حبك السماء.

ينجر عن انحناء الفضاء (المكان) تغيرا في الزمان، ووفق منظور (**اينشتين**) للكون فإن وجود الزمن أصلا لابد وأن يكون مرتبطا جذريا بوجود الفضاء، ونظريته في النسبية العامة لخير عون لنا لإدراك كيفية (تغيير) الزمن بفعل الجاذبية وتفسير كيفية مرور الوقت (أبطأ) في قبو منزلك عنه في الطابق العلوي حيث يخف تأثير الجاذبية قليلا ويضعف. تسمح المعطيات النظرية للنسبية العامة باحتمال السفر عبر الزمن، ليس ذلك فحسب بل ولعلها تشجع على ذلك بعدة سبل شرحت بعضها في الكثير من كتبي السابقة كالكتاب الذي نُشر لي بعنوان (دليل المسافر عبر الزمن)، لا أخالك تحسب أن ما ذكرناه وما يُنسب إلى تلك النظريات هو مجرد حدس وخيال، وإنما هي حقائق مادية فيزيائية دامغة تم التوصل إليها عبر العديد والعديد من التجارب وتم التأكد من صحتها ودقتها مرات كثيرة.

ولي أن أذكر في سياق حديثنا عن الجاذبية وجود مجاميع صغيرة من علماء الفلك والفيزيائيين والذين اتخذوا على عاتقهم سبر الحقيقة والتأكد من صحة بديل مناقض تماما (لقانون نيوتن في الجذب العام)، وهو الحقل الذي أطلق عليه اصطلاحاً اسم ديناميكا نيوتن المحورة – أو موند (Modified Newtonian Dynamics – MOND)؛ غرضهم في ذلك تفسير بعض الظواهر المقلقة والمهمة والمتعلقة بتصرف الجاذبية على مستوى المجرات النائية، فلقد دأب الفلكيون على إدراك (وبنتيجة المراقبة الدقيقة المستمرة) أن المجرات تدور، ولكن بسرعٍ (عالية جداً نسبياً) الأمر الذي يحتم عليها معها أن تتبعثر شُتاتا في الفضاء الكوني – والحال الواقع عكس ذلك بالطبع فهي هناك متماسكة نراقبها بأم أعيننا! – وعليه فقد افترضوا وجود كميات هائلة من الكتلة التي لا تُرى اسموها (بالمادة السوداء – Dark Matler) هي المسؤولة عن توليد مقدار الجذب الإضافي الضروري لتماسك مجرات الكون. أما مناصرو نظرية (موند – MOND) والعاملون عليها فلهم رأي مخالف وتفسير مغاير يقول بعدم ضرورة افتراض وجود (المادة التي لا تُرى)، أو (المادة السوداء) ولكن بتفسير تصرُّف الجاذبية ذاتها بأسلوب مغاير لما يمليه علينا فهمنا لحقيقة ما يعنيه تناسبها العكسي مع مربع المسافة الفاصلة: $1/r^2$، (وهو الحد الشهير في قانون نيوتن للجذب العام). ولكن لاداعي لقلقنا –

نحن قراء العلوم البسطاء – فلا زال أمام تلك الفرق الفسيح من الوقت ليبددوه، والكثير من الجهد ليبذلوه كي يغيروا جذريا مفهوم العالم عن الجاذبية، ناهيك عن حاجتهم للعدد الجم من الأدلة والبراهين لدعم ما ذهبوا إليه والتي لا تتوفر لديهم في الوقت الحاضر....

لأجل إضفاء المزيد من الدقة لحساب مختلف الظواهر الكونية، دأب العلماء والفلكيون والفيزيائيون على تحسين وتطوير وحتى استنباط الجديد من المعادلات والحدود الرياضية بناء على مشاهداتهم الفعلية لتلك الظواهر في الكون الذي يحيط بنا، وبتطوير تلك المعادلات قد يضاف حد هنا أو ترفع قوة الاس هناك للوصول إلى الغرض المطلوب. ينتج عن ذلك احتمالات وتنبؤات قد تكون صعبة التصديق أو حتى ضربا من الخيال. لقد تعسر على الكثيرين – لأول عهدهم بالنظرية النسبية الخاصة – تصور إمكانية انكماش طول جسم يسير بسرعة الضوء (بالنسبة لمشاهد ثابت) الى الصفر في حين ستبلغ كتلته ما لانهاية من الكيلوغرامات!! ولكن هذا هو بالفعل ما اقترحته تلك النظرية وصدقته كافة الحسابات والمشاهدات الفعلية، واليوم يقترح الكثير من الفيزيائيين وجود العديد من الأكوان (وليس كونا واحدا!) الموازية لكوننا هذا الذي نعيش فيه – وقد تستعمل صفحات كتاب مفتوح أو طبقات بصلة مقصوصة كمثال مبسط لذلك – ودليل العلماء على ذلك هو رصد وقياس مقدار (ما ينضح) من قوى الجاذبية من طبقة (كون) إلى طبقة (الكون الآخر) الذي يجاوره، فقد ينحرف شعاع الضوء الوارد إلينا من مجرة سحيقة بتاثير جاذبية أجسام (مخفية) توجد في كون موازٍ لا يبعد عن كوننا الذي يتم فيه استلام شعاع الضوء وقياسه إلا بضعة ملمترات لا غيرها!!. يعود تاريخ فكرة البحث عن تلكم الأكوان (بعد تراكم العديد من المعطيات التي تقترح وجودها) إلى عام (1997) حينما صمم فريق من العلماء من (جامعة كولورادو في بولدر) وشرع باختبار بعض التجارب التي تدعم احتمالية وجود مثل تلك الأكوان قريبة منا، فمن الناحية العملية التطبيقية ستكون أي مشاهدة أو تسجيل أو رصد لأدنى زيغ عن قانون التربيع العكسي النابع من قانون نيوتن للجذب العام دليلاً – ولو بسيطاً – لدعم التصور القائل بوجود الأكوان الموازية والمختفية في أبعاد محتجبة عنا. لا ينبغي لأحد أن يتصور أن فكرة الأكوان المتعددة المتوازية قد تكون بعيدة أو مستحيلة

المنـال... فقد ظهر في استفتـاء حديث أن حوالي (58%) من أساطين علـوم الفيزياء والفيزياء الفلكيـة على وجه الخصوص يؤمنون – وبناء على معطيـات رياضية رصينة – باحتمال تحقق النظريـة القائلة بوجود نوع ما من تعدد الأكـوان. قام بهذا الاستفتاء الباحث الأمريكي (ديفد روب –David Raub) وأجاب بالإيجاب عليه فيزيائيون عظام من أمثال (**ستيفن هاوكنج**).

قانون نيوتن للتبريد 1701

NEWTON'S LAW OF COOLING. (1701)

وينص على تناسب معدل فقدان أي جسم لحرارته مع مقدار الفرق بين درجة حرارته وحرارة محيطه، ويكتب هذا القانون اليوم:

$$T(t) = T_{env} + [\,T(0) - T_{env}\,]e^{-kt}$$

حيث T – درجة الحرارة الجسم و t – الزمن و T_{env} – درجة حرارة المحيط و $T(0)$ – درجة حرارة الجسم الابتدائية و k – ثابت موجب

وإليك المثال التوضيحي التالي: تصور طهيك لقدر من صلصة الطماطم ووضعه وهو في حالة الغليان في إناء ماء بارد جارٍ، درجة حرارته (4 درجات مئوية) ثابتة وبدأت بإدارته حتى يبرد. يعتمد معدل التغيير في درجة حرارة الصلصة على $T(0) = 100$ و $T_{env} = 4$، وعليه ستكون: $T(t) = 4 + 96e^{-kt}$ ولو توفرت لدينا أي قراءة إضافية أخرى، كدرجة حرارة الصلصة بعد 5 دقائق مثلا، لاستطعنا حساب قيمة الثابت (k) ولأكملنا المعادلة التي ستحدد درجة حرارة صلصتنا عند أي درجة حرارة مطلوبة (t).

شرح لي أحد أساتذة الطب القضائي في الكلية طريقة استعمال (قانون نيوتن للتبريد) في حساب الوقت التقريبي للوفاة المتوقعة لجثة حديثة الاكتشاف في غرفة أحد الفنادق النائية، إذا ما علمنا درجة حرارة الغرفة عند وصولنا إليها لفحصها وافترضنا ثباتها كذلك. ولغرض تأكيد أهمية (قانون نيوتن للتبريد) فيما ذهبنا إليه، دعنا نفترض حضورك لتمارين إحدى مسلسلات القتل والإجرام الشائعة وصادف حضورك لمشهد جثة امرأة وجدت ميتة مسجاة على سجادة في إحدى غرف موتيل مشبوه عند طرف البلدة، اسم القتيلة (مونيكا) ودرجة حرارة جثتها الآن (80 درجة فهرنهايت) ودرجة حرارة الغرفة الباردة نسبيا (60 درجة فهرنهايت). قيست درجة حرارة الجثة بعد ساعة من قياسها للمرة الأولى فوجد أنها قد انخفضت إلى (75 درجة فهرنهايت). وهكذا ستتوفر لديك كافة المعلومات اللازمة،

وستستطيع باستخدام (قانون نيوتن للتبريد) حساب وتعيين وقت وفاة (أو مقتل) مونيكا فقط إذا افترضت أن درجة حرارة الجسم الحي الطبيعية هي (98.6 درجة فهرنهايت).

فيما يخص قضية جثة (مونيكا)، لابد وأن يقبل الادعاء العام بالتعيين التقريبي لوقت الوفاة وذلك لافتراض (قانون نيوتن) الذي بين أيدينا ضرورة كون الأجسام التي تخضع له متناسقة ومتساوية في درجة حرارة كافة أجزائها وهذا ما لا ينطبق حقيقة على جسم الإنسان الحي، فمن المعلوم أن درجة حرارة الجلد عادة ما تكون أوطأ من درجة حرارة الأحشاء الداخلية كالقلب والدماغ. وعلى كل حال فإن في (قانون نيوتن للتبريد) الفائدة والسند العلمي والطبي القضائي الكافي لتحديد وقت الوفاة ولو بصورة تقريبية.

للفضوليين فقط:

– بين التحليل الدقيق لأجزاء جثة (**نيوتن**) بعد استخراجها من قبرها احتواءها على كميات كبيرة جدا من عنصر الزئبق، لعله كان قد تناولها خلال أبحاثه المستفيضة في علوم (الخيمياء).

– لم يكن (**نيوتن**) شديد الميل للتأليف والنشر، فلولا إصرار زملائه وأصدقائه ورجاؤهم واستدراجهم له لما رأت الكثير من مؤلفاته النور أبدا.

– لقد كان اهتمام (**نيوتن**) الاستثنائي بتصوير نفسه ووضع صورة له في كل مكان، ولكأنه كان مهتما جدا بتخليد نفسه للأجيال القادمة ملفتا للنظر حقا وبالأخص لدى بلوغه مرحلة الكبر والشيخوخة.

– آمن بالنظرية القائلة بأن المعادن والفلزات (وبكافة أنواعها) إنما هي (كائنات مماثلة) للأشجار وبإمكانها النمو والانتشار مثلها تماماً ولكن في باطن الأرض، وتحت التراب، ولا تتكون على سطحها.

– ذكرت آلاف المصادر عبر الإنترنت ومئات غيرها من المصادر المطبوعة قصة [ديموند – Dimond) الماس]، وهو كلب نيوتن المدلل وما صنعه. وتتلخص قصة (ديموند) هذا، حينما قفز يوماً على إحدى طاولات (نيوتن) وأوقع شمعة مشتعلةً، أضرمت ناراً أتت

علـى أوراق لنيوتن اختفت باحتراقها أعماله المسجلـة ولسنين عديدة. ولكن الجدير بالذكر هو تأكيد (ميلـو كينيس – Milo Kenes) مؤرخ حياة (نيوتن) وكاتب سيرته الذاتية على عـدم امتلاك (نيوتن) لأي كلب في يوم من الأيـام، وإصراره على أن قصة الكلب لم تكن إلا محض اختلاق وإحدى الأكاذيب التي لم يكن لها أي نصيب من الحقيقة أو أصل من الصحة.

– لقـد جاء ذكـر الفلكي الهندي (براهما كوبتـا – Brahmagupta) ضمن الكتابات والمخطوطـات القديمـة، والذي تنسـب إليه فكرة كـون الجاذبية هي إحـدى قوة السحب وبأنـه استخدم المصطلـح السنسكريتي (نسبة الى اللغة السنسكريتيـة) – كروهاتفا كارشان Gruhtvaakarshan–) في عام (628) للميلاد للدلالة عليها.

أقوال مأثـورة:

– لا ينبغـي مؤاخذة نيوتن على (انحـداره) إلى دراسة علوم (الخيمياء)[1] وما صاحبها من دراسـات للشعوذة وتحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب والماورائيات والسحر. فلولا انغماسه بكل تلك الضروب من (معارف) ذلك الزمان لما تفتق ذهنه عن أفكار بمستوى قوى الجاذبية والنفور بين الأجسام ولما استطاع وضع أسس وملامح نظامه الفيزيائي.

هنري

John Henry، (Newton، Matter، and Magic)، in John Fauvel et al's (Let Newton Be!)

من مقالة له بعنوان (نيوتن والمادة والسحر).

نشرت ضمن كتاب المؤلف وهو بعنوان (ليكن ما يكن فهو نيوتن!)

– لقـد سجل التاريخ (نُيوتن) كأعظـم عبقري في سِفْره، فلم يُنجب مثله لامعا محظوظا أبـدا، وذلك لسبـب بسيط هو أنه ليس بإمكاننا إيجاد عالم آخـر لنُهندس ونُبدع له نظامه

(1) راجع المعنى المفصل لهذه الكلمة في حاشية هذا الكتاب صفحة (210). (المترجم)

غير عالمنا هذا.

لاكرينج

Joseph Louis Lagrange، (Oeuvres de Lagrange، 1867).

– لقد ذكر المولى القدير (جل وعلا) العديد من النبوءات في كتبه السماوية، ليس لإرضاء غرور بني البشر وإشباع فضولهم بتمكينهم من معرفة المستقبل و القادم من الأحداث و الأشياء، ولكن الغرض الأسمى منها كان وسيظل (إنفاذ إرادته تبارك وتعالى).

وبعد تحققها وظهور الأحداث التي دلت عليها وتفسيرها، لن يعود الفضل – بالطبع – لا للمفسرين ولا للأحداث ذاتها وإنما لرحمته (عز وجل) بالخلق ورعايته لهم والتي ستظهر واضحة وتتجسد للعالم حينذاك. ولا غرابة في أن يتقادم الزمن على النبوءة المتحققة أو المعجزة الملموسة قبل أن يتحقق الايمان التام السامي بإدراك تلك الرحمة والرعاية الإلهيتين.

نيوتن

Isaac Newton، (Observation upon the Prophecies of Daniel [1]
and the Apocalypse[2] of St. John، 1733)

مقتطف من كتابه (ملاحظات حول نبوءات النبي -دانيال- وتجليات القديس - جون)، 1733.

(1) Daniel: وهو اسم دانيال أحد أنبياء بني إسرائيل ومعناه (دع الإله – سبحانه – يكون حكمي). وبحسب رواية التوراة فقد سبي صغيراً إلى بابل وظهرت معجزاته عندما لم تأكله الأسود التي رمي إليها، كما سطع نجمه أيام الملك نبوخذ نصر لقابليته على تفسير الأحلام. استمر في تقلده مناصب الدولة الرفيعة في مملكة بابل حتى صار أحد حكمائها، بعد تمكنه من قراءة نبوءة قتل الملك (بلشزار Belshazzar) من قبل أولاده، كما استطاع الاحتفاظ بمناصبه بعد غزو الفرس لبابل وتدميرها ولذلك تمكن من إعادة الكثير من اليهود إلى أورشليم. واختلف حول موقع ضريحه الحقيقي، فيوجد ضريح له في الضاحية التي تحمل اسمه قرب مدينة بابل، كما يعتقد بوجود آخر في كل من المقدادية وكركوك في العراق، وفي كل من (سوسة – Susa) و (ملامير – Malamir) في إيران. (المترجم).

(2) Apocalypse: وهو التجلي بمعنى كشف الحجب لبني البشر عما خفي عنهم، ففي المفهوم الإسلامي: هي الساعة التي يكشف فيها الحجاب فيرى الإنسان عندها كل شيء. (فكشفنا عنك غطاءك فبصرك اليوم حديد) ق – 22. وفي المفهوم المسيحي للكلمة نفس المعنى، أو قد تعني مفهوم نهاية العالم كما خلال وبعد (معركة أرماجدون Armageddon Battle).
كما قد تعني آخر ما كتبه (القديس جون – Saint John) وهو أحد حواريي السيد المسيح عليه السلام ويمثل الجزء الأخير من الإنجيل. وخير ما يوضح هذه المفاهيم هو المصطلح الاغريقي (apokalupsis eschaton) ويعني كشف الحجب الماورائية عن البشر أو نهاية الزمان. (المترجم).

– لقد وصف هذا القانون (قانون الجاذبية) وعن حق بأنه أشمل وأعظم تعميم توصل إليه الذهن البشري. أنا لست مهتما إلى تلك الدرجة بالذهن البشري بقدر اهتمامي واعجابي بالطبيعة التي (رضيت) بخضوعها لمثل هذا القانون الرشيق والانيق، وأقصد به (قانون الجاذبية). وعليه فلن نركز كثيرا على مقدار نباهتنا التي أوصلتنا إلى اكتشافه وإيجاده بقدر ما لنا حق الإعجاب – إن لم نقل الذهول – لحقيقة عظمة ونباهة الطبيعة التي التفتت إلى مثل هذا القانون وشملته باهتمامها.

فينمن

Riohard Feynman، The Character of Physical Law

مقتطف من كتابه (صفة القانون الفيزيائي).

– لقد شكلت الرياضيات (نيوتن) ما شكله الماء للأسماك والهواء للطيور، هي وسطه وشغفه وديدنه الذي لم يمكنه العيش بدونه والذي امتلك ناصيته دون أي جهد وبلا أدنى نقاش.

وستفول

Richard West fall، (Newton's Scientific Personality

مقتطف من كتابه (شخصية نيوتن العلمية).

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

– [اسحق نيوتن (1727–1642) Isaac Newton] رياضي وفيزيائي بريطاني اشتهر عالميا بقوانينه في الحركة والتجاذب والتبريد وبنظرياته حول الضوء والألوان وفي ابتكاره لحساب التفاضل والتكامل، وسيكل القلم حقاً وسيعجز حتماً عند محاولته الإحاطة بكافة إنجازاته واهتماماته.

– ومن نافلة القول أن نضيف إلى مهاراته كونه فلكيا بارعا وتجريبيا استطاع تحليل الضوء الأبيض إلى ألوانه الأساسية وإثبات تكونه منها وذلك بعكس عملية فصل الألوان بموشور مقلوب وكان قد فسر ظاهرة القوس قزح وبنى أول منظار نجمي عاكس، كما اكتشف

نظريـة ذات الحديـن (Binomial Theorem) وابتكر الإحداثيـات القطبية واستطاع إثبات أن القوة التي تسقط التفاح من على أشجاره إنما هي ذات القوة التي تسوق الكواكب في مداراتها حول الشمس، وهي التي تولد الأمواج في البحار والمحيطات.

– كمـا كان المؤلـف للعديد من الرسائل الإنجيليـة ذوات العناوين التي لهـا علاقة مباشرة بالكتاب المقدس كالتي كتبها عن نبوآته. وقد أثبت تاريخ حياته ومراجعة سيرته الذاتية اشتغاله وتكريسـه جل وقته في دراسة مواد الكتاب المقدس واللاهوت[1] والخيمياء[2]، حتى أنه كان قد كتب في المواضيع الدينية والسحرية أكثر مما كتبه فعلا في العلوم الطبيعية.

– وتدل الحقائق على أنه كان قد أمضى الشطر الأعظم من حياته في تحليل نصوص الكتاب المقدس القديمة. وما يدهش فعلا بخصوص اكتشافاته العلمية الضخمة هو ندرة الوقت الذي كان قـد كرسـه فعلا لها. كتب خبير الاقتصـاد والفيلسوف المعروف [جـون مينارد كينس John Maynard Keynes (1883–1946)] والـذي كان قـد درس كافـة مؤلفات نيوتـن في الخيمياء، سـيرة ذاتية مختصرة له على شكل مقالة جاء فيهـا: (**إن نيوتن لم يكن أبدا من أوائل حمله لواء المنطق والعلم والسببية والتفسير المادي، وإنما كان في الحقيقة آخر السحرة العظام الذين انطوى سجل التاريخ عما سواه طاردا إياهم بعيدا عنه**).

– ولعل من المفيد الإشارة هنا إلى أن قلة قليلة جدا من المتتبعين لتاريخه وتاريخ العلم ليعلمون أن حقيقـة مثابـرة نيوتن وإصراره كان مـن أجل أن يخلد التاريخ اسمـه كأحد المجددين في الكتابات اللاهوتية والدراسات الإنجيلية (حسب رغبته) أكثر من اشتهاره في تأليفه لنصوصه العلمية وكتبه الرياضية.

– ومـن المفيـد أن نذكر وعلى وجـه التحديد أن إيمـان (**نيوتن**) بالمسيحيـة كان على مبدأ التوحيـد المطلق وليس علـى مبدأ الأقانيم الثلاثة، فقد آمن وعلى وجـه التحديد بأن الله (عز

(1) راجع معنى الكلمة في حاشية صفحة 154 من هذا الكتاب. (المترجم)
(2) راجع معنى الكلمة في حاشية صفحة 210 من هذا الكتاب. (المترجم)

وجـل) كان قد خلق السيد المسيح (عليـه السلام) كإنسان اعتيادي فـان وليس كإله خالد، وقـد تمكن من إيضاح منطق تفكـيره الديني بأسلوب علمي منهجي مقبـول منتقدا التفكير الخيالي المفعم بالأوهام والذي ساد في عصره مبيناً بأن طغيان الأمزجة الحارة، وسيطرة التطير والخرافـات على العقل البشري وخاصـة في الأمور المتعلقة بالدين هو بالحقيقة ما دفع رجال الديـن المسيحي آنذاك لإضفاء روح الغموض والإبهام الـذي يميل مزاج الإنسان الاعتيادي إليـه، فلاشك أن انجـذاب عموم الناس وحبهم للغامض المستور من الأمور مما لا يعلمون عنه شيئا، ليفوق بمراحل حبهم وشغفهم بما يعلمونه منها.

لقد انعكس الإيمان الاستثنائي (لنيوتن) وطريقة تفكيره في توحيد الألوهية والربوبية بمعبود واحـد على طريقة تفكـير الآباء المؤسسين لأمريـكا المعاصرة في تاريخهـا الحديث، وعليه لم يتخـذ أي من رؤساء الولايات المتحدة الخمسـة الأوائل المسيحية التقليدية كمذهب له، فعلى سبيـل المثال لقد كان [جون آدمـز John Adams (1735–1826)] وهو الرئيس الثاني لهـا موحدا (خالصا) لم يقبل يومـا لا بوجود الأقانيم الثلاثة ولا بألوهيـة السيد المسيح (عليه السـلام)، كما يذكر لنا التاريـخ استعمال (ثوماس جيفرسـون – Thomas Jefferson) الموسى في عام (1804) لإزالة كل النصوص من الكتاب المقدس والتي لها علاقة بطبعة الملك جيمس (King James) للعهد الجديد والتي احتوت على نصوص وأفكار (ما فوق طبيعية) كطريقة ولادة السيد المسيح (عليه السلام) وقضية بعثه قبل يوم القيامة وقصص تحويل المياه إلى نبيذ. لم يتبق بعد كل تلك الإزالات إلا ما يقارب عُشر الكتاب المقدس القديم والذي قام (جيفر سون) بإلصاقه ببعضه وطبعه تحت عنوان [فلسفة يسوع المسيح (عليه السلام) من نزاريا].

لم يخف (جيفرسون) احترامه وتبجيله للسيد المسيح (عليه السلام) كإنسان وكمعلم وكنبي مبعوث له رسالته ولكنه كثيرا ما كان يرفض إضفاء صفة الألوهية عليه وإحاطته بها.

لقد تقبل (نيوتن) واحترم وجود الكتاب المقدس وآمن بتعاليمه وما جاء به في قصة الخلق، إلا أنه وفي نفس الوقت كان شديد البحث عما يكون قد خفي بين سطوره من طلاسم وألغاز ومـا ووري بـين صفحاته من رسائل ونبـوءات، كما أنه لم يتهاون أبداً عـن كتابة العديد من

الرسائــل التي تنتقد بعض أطروحاته كما جاء في كتابــه الموسوم (ملاحظات تاريخية معمقة حــول اثنين من نصوص التوراة الخاطئة)، هذا وقد بين فيه، بعد بحث طويل ودراسة معمقة بأن التاريخ الحقيقي لتعميد السيد المسيح كان في الثالث من شهر نيسان (أبريل) من عام (33) بعد الميلاد، وهو التاريخ المقبول اليوم لدى الكثيرين. هذا ويعتبر حساب التفاضل والتكامل واحــدا من أهم إبداعات (**نيوتن**) ابتكرها لتفسير ظاهرة الحركة وقد يكون قد فعل ذلك بغية التعرف أكثر على الطبيعة وفهمها بصورة أعمق، وذلك تقربا لله عز وجل (سبحانه وتعالى).

ولعلــه مــن المفيد جداً وقبل أن نسترســل في شرح تفاصيل حياة هــذا العبقري، ومن المثير والملــذ حقا أن نكون تصــورا أوضح وفهما أعمق لاهتماماته المتنوعــة وموسوعتيه الفريدة، فلقد ظهر جليا للعيان وبعد تحليل ودراسة مجموع ما تركه من كتب في مكتبته الخاصة والبالغ عددهــا (1،752) كتابا بعد وفاته أنه كان للرجل ميل طاغٍ واهتمام استثنائي بالأمور الغيبية والمسائــل الغامضة والمواضيع المعقدة والألغاز الدينية، ولعل خير ما وصلنا من تصنيف لتلك المكتبة هو ما جاء في مؤلف (جون هاريسن – John Harrison) الموسوم (مكتبة اسحاق نيوتن الشخصية) وقد صنفها وفق مواضيعها وأظهر تركيز كتبها على مواضيع محددة لخصها الجــدول رقم(4) في أدناه. ومن المدهش أن نلاحــظ فيه أن ما لا يزيد على (12%) فقط من مجموع عناوين ما حوته تلك المكتبة العامرة كان له علاقة وثيقة بما عرف واشتهر به نيوتن في العالم العلمي الحديث.

لقــد صُنف (**نيوتن**) بأنه مسيحي أصولي ملتزم مؤمن بحذافير تعاليم الكتاب المقدس ومن النــوع الــذي لا يشق له غبار، فقــد كان راسخ الايمان بوجود الملائكــة والشياطين وإبليس (لعنــه الله)، كما كان شديــد الايمان بالتفسير الحــرفي للخليقة والتكوين فلــم يتعد بتفكيره حقيقــة الأرض ونشوئها وإنما أعتقد أن عمرهــا لا يتجاوز البضعة القليلة من آلاف السنين. ومــن ضمن اهتماماته كان دأبه الــذي لم يفتر ومحاولاته التي لم تــكلّ لإثبات حقيقة الوقائع التاريخيــة التي جاء بها العهد القديم من الكتاب المقدس، ولقد بين في أحد كتبه حوله بأن منعطفا حاداً خطيراً كان قد أصاب الديانة المسيحية ككل في القرن الرابع بعد الميلاد حينما

تبنى قنصل نيكاي (Council of Nicaea)[1] مفهوماً متعصباً خاطئاً حول طبيعة السيد المسيح (عليه السلام).

الجدول رقم 4

عدد الكتب وتصنيفها في مكتبة اسحاق نيوتن الخاصة البالغ عددها (1752) كتاباً:		
الموضوع	عدد الكتب	نسبتها
الديانة واللاهوت	477	(27.2%)
علوم الخيمياء والسحر	169	(9.6%)
الرياضيات	126	(7.2%)
الفيزيـــاء	52	(3.0%)
علوم الفلك	33	(1.9%)
مواضيع أخرى متفرقة	895	(51.1%)
المصدر: جون هرسن [مكتبة اسحاق نيوتن (كمبردج) مطبعة جامعة كيمبردج – المملكة المتحدة 1978]. John Harison، The Library of Isaac Newton (Combridge، U.K. Combridge Universi		

ولنا الحق أن نتساءل عن أعداد المسائل التي كان بإمكان (نيوتن) حلها وعن كمية المعلومات التي كان بإمكانه التوصل إليها لو أنه كان قد قلص قليلا من الوقت الذي نذره لدراسات الكتاب المقدس. لقد تبيّن من دراسة حياته عن كثب أنه لم تكن للرجل أي اهتمامات بالجنس أبدا، فهو لم يتزوج قط وبناء على ما شهد به كافة معاصريه أنه لم يضحك في حياته أبدا (وإن كان قد تبسم أحيانا في بعض المواضع). لقد عانى خلال حياته من انهيارات عصبية جسيمة، وقد استنتج بعض المختصين من مراجعة سجلات حياته بأنه كان مصابا بالكآبة العُصابية (وهو نوع مرضي عنيف جدا من الكآبة) المقترنة بازدواجية الشعور، والمتميزة بحالات نفسية ومزاجية من الحزن الشديد متبادلة مع حالات من السعادة والحبور. وقد توصل بعض المؤرخين والباحثين في تفاصيل حياة نيوتن انه كان مصابا بما يسمى (بمتلازمة

(1) Council of Nicaea – قنصل نيكاي (الأول): كان رئيس الأساقفة ورأس الكنيسة الكاثولوكية في زمن الأمبراطور الروماني قسطنطين في 325 ب. م. وموقعها الآن مدينة (أزنك) التركية – اشتهر بإعلانه المقدس لتوحيد الأمة المسيحية وأدخل تعاليم جديدة عليها لم يقبلها الجميع. (المترجم)

اسبرجر - Asperger's Syndrome)[1]. كتب (ميلو كينس - Milo Keynes) في مؤلفه (شخصية اسحاق نيوتن) ما يلي:

((لقد امتاز نيوتن بكونه شخصا محروما من روح النكتة والسعادة، دائم التوجس والاضطراب، كثيرا ما كان يركبه الهم ولم يشعر أبدا بالأمان في حياته. لقد كان محافظا جدا لا يُطلع أحدا على خصوصياته مع صفات انفعالية ظاهرة ودفينة وحالات تقمص لا يخطئها أي مراقب، كما كان شديد التزمت ذا أفكار (هرطقية) صعبة القبول. كما كان (طهورياً) متدينا أصوليا متعففاً شديد الشعور بالذنب لأدنى تصرف أو شعور، وكان ذا قابلية محدودة جدا (وقد تكون معدومة!) على الشعور بالفرح والتمتع بأي لذة، ولكن الظاهر أنه كان يحب وبشغف تناول قطع لحم البقر المشوية جيدة الشي... ولم تمر على لسانه كلمة (الحب) في حياته أبدا)).

لقد ذكر كاتب سيرته الذاتية (انتوني ستور - Anthony Storr) وأكد على (هوس نيوتن الدائم بالتنقل من منزل إلى منزل ومن مكان إلى آخر، فلقد كان عُصابه مرضيا بكل المقاييس. ولعله بالإمكان عزو ذلك إلى خوفه الدائم ولوجله ولخجله المستديم من تكوين أو مصادفة أية علاقة نسائية، فلقد كان الرجل قد قرر إحباط وإزالة كل ما له علاقة بالجنس في حياته والظاهر أنه قد نجح بذلك نجاحاً كبيرا!!).

سلط (بل برايسون - Bill Bryson) الكثير من الضوء على مثالب شخصية نيوتن، وعلى غرابته في تصرفاته في كتابه الموسوم (المختصر في تاريخ كل شيء) حين قال:

((لقد جمع نيوتن في شخصيته أغرب ما يمكن جمعه من عجائب الصفات وغريب الملامح، فلقد اشتهر بشروده الدائم، وبالأخص عند نهوضه صباحا من فراشه وبقائه جالسا عليه لساعات طوال، ساهما حالما لا تراه يحرك ساكنا إلا هزهزة رجليه

(1) Asperger's Syndrome - نوع خاص من طيف أمراض التوحد. أول من وصفه هو طبيب الأطفال النمساوي (هانز اسبرجر - Hans Asperger) والذي لاحظ في عام 1944 أعراضه المتمثلة بفقدان الخصوصية الاجتماعية والاضطراب الجسدي والهوس المرضي والاهتمام العميق ببعض الأشياء الخاصة والغريبة والتمسك بها، سببه وراثي على الغالب ولا يظهر أي اختلال في التصوير الرنيني المغناطيسي الطبقي الدماغي لمرضاه. (المترجم).

العُصابية والمتدلية من سريره، في حين قد تسمر كامل جسمه بسبب ذلك السيل العارم من الأفكار والهواجس التي كثيرا ما كانت تتزاحم في ذهنه وتملأ رأسه. ولم يكن ليتوانى أبداً عن الشروع بالأعمال الغريبة وحتى المستهجنة بدافع حب الاستطلاع أو لاستكشاف فكرة طرأت له أو للتحقق من خاطرة لمعتْ في ذهنه، حتى أنه كان قد أقدم يوما على إدخال مخرز مدبب (وهي الابرة المخصصة لخياطة الجلود) إلى داخل محجر عينه فقط من أجل الإحساس وإدراك ما يمكن أن يؤول إليه مثل هذا العمل!!

ولد (نيوتن) في مدينة (ولسثورب – باي – كولستروورث Woolsthorpe–by–Colsterworth) في إنكلترا في يوم عيد الميلاد من عام (1642) وفق التقويم القديم المعتمد عند ولادته، والمصادف لليوم الرابع من شهر كانون الثاني (يناير) من عام (1643) حسب التقويم الكريكوري (الميلادي) المعتمد اليوم. لم ير (نيوتن) أباه أبدا والذي حمل نفس اسم (اسحاق نيوتن)، وذلك لوفاته قبل ولادة ابنه بثلاثة أشهر. لقد كان الأب أُميا لا يعرف القراءة ولا الكتابة كما لم يكن يمكنه حتى توقيع اسمه. أرّخ (ريجارد ويستفول – Richard Westfall) لعام ولادة نيوتن في كتابه الموسوم (السيرة الذاتية لاسحاق نيوتن – الرجل الذي لم يعرف الاستكانة) قائلا:

((لقد كان عام (1642) عاماً استثنائياً بلا منازع، فهو العام الذي شهد وفاة (غاليليو) العالم الجليل وولادة (نيوتن) العبقري العظيم ولا يخفى على أحد أهمية وعظمة اكتشافات (غاليليو) والتي شكلت القاعدة الرصينة لاكتشافات وأعمال (نيوتن) من بعده. لقد ولد (غاليليو) في عام (1564) وعاش لما يقارب عامه الثمانين في حين عاش (نيوتن) ليبلغ الخامسة والثمانين من العمر، ولاشك أن الفترة الزمنية التي ضمتها حياة هذين العالمين لهي بالفعل ما أُطلق عليها فترة الثورة العلمية ليس تشريفا لها بقدر ما تشرفت هي وتحققت فيها الإنجازات الباهرة التي جسدها عملهما معا خلالها.

لقد عانى (نيوتن) ما عاناه عند وبعد ولادته، فقد جاء للحياة ضعيفا هزيلا ودون الوزن المعتاد حتى أيقن القرويون الذين شهدوا ولادته بسرعة وفاته على أي حال، ولكنه عاش لسنوات عانى خلالها من رقبة ضعيفة وعضلات خائرة استوجبت إلباسه

مساند حديدية تعين رأسه على الاستقرار والثبات)).

التفتت والدته إلى حياتها الخاصة بعد ولادته مباشرة وتزوجت من جديد، فلم يبق لليتيم مكانا في عش الزوجية الجديد، ووجد نفسه ولما يبلغ سنتين من عمره في حضانة جدته لأمه التي أرسل إليها بدلا من إرساله إلى ميتم القرية، ولو لم يكن هناك فرق كبير يُذكر بين الملجأين. كره (نيوتن) والدته وزوجها كرها شديدا وكثيراً ما كان يهددهما في مراهقته بأنه لابد أن يحرقهما أحياء في منزلهما يوما ما.

وكحال أي يتيم محروم من عطف الأب وحنان الأم عاش بعيداً عن، ومحروماً من منزل خاص به يشعره بالانتماء والأمان فنشأ (نيوتن) خجولا هادئا قليل الكلام. كتب (ميشيل كولين – Michael Guillen) في مؤلفه الممتع (خمس معادلات غيرت وجه العالم) قائلا:

(لم يكن نيوتن في طفولته تواقا لشيء قدر شغفه بالاختلاط بالصغيرات من عمره، والحقيقة هي أنهن كن السباقات للالتفاف حوله والاهتمام به والإعجاب والفرح بما كان يصنع لهن بيديه من اللعب الصغيرة وقطع الأثاث الدقيقة والذي كان يبتكرها وينفذها بمهارة فائقة مستعملا أطقمه النجارية المصغرة الحاوية على المناشير والمطارق والكلاليب والمسامير والغراء!).

لم يكن إنجازه الدراسي في بواكير عهده بالمدارس مرضياً أبداً ولا كان تحصيله جيدا، فلم يحصل إلا على ألقاب مثل (الغبي) و(الأبله) حينما التحق بمدرسة كرانثام(Grantham's) المجانية لقواعد اللغة حيث لم يستطع أن ينال إعجاب واحترام مدرسيه. وفي تلك الحقبة نال نيوتن – وعن جدارة – المرتبة ما قبل الأخيرة باعتبار كافة طلاب مدرسته. أثر ذلك عليه، فقرر عكس اتجاهه وتغيير مساره فنجح بتبوء المرتبة الأولى في ترتيب صفه. وواظب على امتيازه وتفوقه حتى نعته أحد أساتذته – وقد بلغ الثامنة عشرة من عمره – بالعبقري الذي وثب ليتسنم ذرا التفوق وها قد بدأت ملكته بالسطوع وإمكانياته بالتجلي بقوة متجددة عارمة.

تقدم نيوتن للدخول لكلية (ترنتي) في كامبرج في عام(1661) ولكن دخوله إليها كان محفوفا بالمصاعب ليس من الناحية الاجتماعية فحسب وإنما لإصابته بطعنة نفسية دفينة حين رفضت والدته – وقد كانت على درجة عالية من الرخاء والغنى والثراء في ذلك الوقت – تسديد

أقساط دراسته الجامعية، الأمر الذي دفعه دفعا للاشتغال لكسب قوته وتسديد أجوره فامتهن عمل تفريغ العنابر من محتوياتها تارةً، وحلاقة شعر زملائه الطلاب الأغنياء تارة أخرى. كان أول اهتمام لنيوتن – حاله حال معظم مكتشفي القوانين هو القانون (أي دراسة الحقوق) ولكن اهتمامه سرعان ما تحول إلى العلوم التي أزاحت كل شيء عن طريقها وصارت همه الأكبر، ورغم ما اتسم به من خجل في كافة تعاملاته مع المقربين والأصدقاء وبقية الناس، إلا أنه كان لا يتوانى عن القيام بكثير من الأعمال الغريبة وحتى بعض التجارب الخطرة على نفسه – كما فعل في إحدى المرات حينما حشر بعض المسابر ما بين عينه ومحجرها! ودفعها إلى أبعد ما يمكنه إلى الجهة الخلفية من عينه – وذلك حتى يتمكن من فهم ميكانيكية عمل الجهاز البصري البشري.

يعود تاريخ حب (**نيوتن**) للرياضيات واختمار فكرتها في عقله ونمو بذورها في ذهنه إلى العام (1663) حينما ابتاع كتابا عن التنجيم والذي احتوى على بعض المعادلات الرياضية البسيطة التي أوصلته إلى إدراك جهله بهذه المادة، فما كان عليه إلا أن عقد العزم وابتدأ بدراسة الرياضيات بمنتهى الجدِّية من خلال العديد من مختلف مستويات كتب الجبر والهندسة إلى أن تمكن من الحصول على درجة البكالوريوس من جامعة كمبردج الشهيرة في عام (1665). ولكن عبقريته في الرياضيات لم تكن قد تبلورت بعد عند هذه المرحلة، ولعل القدر كان بحاجة إلى أن يصدمه بعارض عجيب، فكان على تلك الموهبة (التي استطاعت ربط كل كتل الكون مع بعضها بقانون واحد) أن تنتظر مجيء داء الجدري حتى يشع بريقها وتنفلت من عقالها ولكأن الجدري كان بشير تقديم (**نيوتن**)، ومؤذِّنُ إدخاله إلى التاريخ ليخلِّده.

ضرب الموت الأسود، كما كان يدعى آنئذ بكل رهبة وخوف مدينة لندن في عام (1665) وقد جاءت به البراغيث التي حملتها الجرذان. تجاهلت سلطات المدينة نبأ وفاة هنا ووفاة هناك، ولكن مجيء الصيف في ذلك العام كان نذير الشؤم الذي جزع لحلوله كل من مشى على قدمين حيث اكتسح الموت المدينة بما لم يسبق له في التاريخ مثيلا. فبدأ الناس بهجر حاضرتهم المنكوبة وكان أول من بدأ موجات النزوح منها هم الأغنياء الذين هرعوا إلى مقاطعاتهم في الأرياف ولكن سرعان ما حذا حذوهم التجار وكل من استطاع إلى ذلك سبيلا.

لم يكـد ينحسر الشتـاء القارس عن مدينة لندن بحلول شهر حزيـران (يونيو) من ذلك العام حتى هـج الناس هربا وخوفا من أشباح الموت التي قضت علـى المئات وصار منظر الموت مألوفا ولم يعد أحـد يهتم حتى بدفن جثة ارتمت هنا، أو ردم قـبر نصف محفور هناك. ولكن المرعب المهول لم يأت بعـد... فما أن حل الـدفء في شهر تموز (يوليو) حتى طافت شـوارع المدينة وأزقتها بموجات من آلاف الجثـث التـي أغرقت الشوارع والأزقـة والحارات ولم تكد ترى سـوى أشباح الموت في كل بيـت وزاوية. شـك الناس بأن انتشار المرض كان بسبب كثرة عـدد القطط والكلاب التي تزايدت نتيجة ازدياد جثث البشر والجرذان ومساعدتها في نقل المرض فأمر عمدة المدينة ببدء حملة إبادتها، واستمرت الحملة حتى قدر عدد القطط والكلاب المقتولة أكثر من 40000 كلب و 200000 قطة.

سيطر الهلع هذه المرة أكثر على الناس ولكأن أرواح تلك الحيوانات عادت للانتقام من قاتليها أو ممـن تبقى منهم على وجه الأصـح، فقد سببت تلك الحملة الشعواء استشـراء أعداد الجرذان وتكاثرها جنونيا بالنظـر لاختلاف التوازن الطبيعي بينها وبين الحيوانات (المقتولة) التي كانت تتغذى عليها فاستعر إوار الوباء وأجهز على من تبقى في المدينة الملعونة أو كاد. قُدِّر عدد الضحايا التي فتك بها الموت الأسود في لندن خلال ذلك العام وما والاه بحوالي 100000 ضحية.

انطبـق المثل القائل (مصائب قوم عند قوم فوائد) ولكن على حساب موت أناس واشتهار فـرد. فقد أجمع المؤرخون أنه لولا حادث الطاعـون العظيم الذي أصاب لندن وهلع الناس وإغـلاق (جامعة كمـبردج) أبوابها خلال صيف ذلك العـام (1665) لما تمكن (نيوتن) من اكتشـاف قوانينـه، ففي خلال تلك الفـترة آوى (نيوتـن) إلى بيته في مدينـة (ولسثورب - Woolsthorpe) وانعزل فيه وانغمر في تأملاته وطبخ بنات أفكاره ملياً، وأعاد تقييم كل مـا تعلمـه في (كمبردج) ثم ما لبث أن عاد إليها في آذار (مارس) من العام التالي بعد افتتاحها عنـد انحســار مد الطاعون بسبب برودة الشتـاء، الأمر الذي لم يدم طويـلا فسرعان ما أعاد دفء الربيـع الحياة إلى أوصالـه فاشرأب بعنقه وبدأت موجات جديـدة منه تغير على المدينة خـلال شهور الصيف الموالية الأمر الذي حتم إغـلاق (كمبردج) وبقية المدارس خلال شهر حزيران (يونيو) من عام (1666) وحتى نيسان (أبريل) من العام الموالي (1667) أيضاً. صنع

(نيوتن) في فترة هذا الصيف ما صنعه في صيفه الماضي فقد انزوى في بيته طيلة أشهر الصيف والخريف والشتاء حتى فترة الربيع حين عاد مرة أخرى إلى (كلية ترنيتي).

يشير معظم مؤرخي حياة (**نيوتن**) وكتاب سيرته الذاتية إلى العام (1666) بأنه العام الشهير باسم (The Year of Miracles – Annus mirabilis) أو بعام العجائب والمعجزات، ولا غرابة في ذلك فقد شهد ذلك العام – وبالاستناد إلى كتابات نيوتن الشخصية – اكتشافه لمكونات الضوء الأبيض، وهي ألوان الطيف. كما اكتشف قانون تربيعه العكسي الخاص بقانونه العام في الجاذبية. وقد توصل في عامه هذا أيضاً إلى وضع الأسس الثابتة لحسابي التفاضل والتكامل وابتكار حساب الهندسة التحليلية قبل أن يتم اكتشافها من جديد وبصورة مستقلة من قبل الرياضي الألماني العريق [كوتفريد فلهلم ليبنز (Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716]، ولكن للتأني أهميته في جلي الصورة عن حقيقة التواريخ التي ادّعاها نيوتن لاكتشافاته، ففي التحليل الدقيق الذي أجراه العديد من المؤرخين وكتاب سيرته تبين ان العام (1666) قد لا يكون حقيقة هو عام المعجزات بالنسبة (**نيوتن**) ولعله كان مبكرا جدا (لنسبة) بعض أهم أفكاره ومنجزاته إليه، وخصوصاً في ضوء الحقيقة المؤكدة حول طبيعة (**نيوتن**) ورغبته الدائمة وعمله على تسجيل اكتشافاته بتواريخ تسبق إنجازها الحقيقي بسنين... وكلما وجد إلى ذلك سبيلا. وعليه فإن التاريخ الحقيقي المتوقع لنضوج بعض أفكاره الرائدة في علوم الحركة والتي سبق ذكرها لم ليتحقق كاملا قبل عامي (1685–1687) وكان ذلك في الفترة التي بدأ هو فعلا بتأليف كتابه العظيم والمشهور (بالمبادئ – **Principia**).

ولكن ما ذكرناه آنفا لا يُزعزع من حقيقة اعتكافه خلال فترة انتشار الطاعون وتسخيره لجل وقته لدراسة علوم الرياضيات وروائع الفيزياء، الأمر الذي كان له فضل بداية عملية تخمر وتبلور العديد من أفكاره التي رأت النور لاحقا. ومن الجدير بالذكر بأن عبقرية هذا المبدع كانت قد نضجت ولما يبلغ من عمره الخامسة والعشرين، واستطاع خلال سنتين اكتساح مجالات الرياضيات والبصريات وعلوم الفلك بالعديد من الأفكار والاكتشافات والتطبيقات التي لا يزال، وسيبقى صداها مدويا في أرجاء الكون ما دام هناك بقية من الجنس البشري المتحضر يرفُل بهامش من منطق وبقيةٍ من حكمة. تم اكتشاف مسودة مخطوطة مهمة بعد وفاة نيوتن كان قد كتبها بنفسه وقد كانت معنونة إلى كاتب سيرته الذاتية الصحفي

[بيير دي ميزو Pierre Des Maizeau]، وقد جاء فيها شرحه المفصل والتتابع التاريخي الذي ارتآه هو لمجموع إنجازاته التي كان قد حققها في غضون سنوات الطاعون. وكان قد افتتحها بوصف أعماله وإنجازاته خلال سنة (1665) والتي ادعى فيها ابتكاره لحساب التفاضل والتكامل واكتشافه لطرق تقريب المتواليات الرياضية. تلا ذلك سرده لاكتشافاته في العام الموالي (1666) وفيه توصّل إلى نظرية الألوان، واستفاض في شرح اكتشافه لقانونه في الجذب العام حيث كتب يقول:

((شرعت في عام (1666) بالتفكير الجدي في دراسة امتداد جاذبية كوكب الأرض وانتشارها في الفضاء وتأثيرها على مدار القمر حولها، ولما كنت قد اهتديت إلى حساب كمية القوة التقديرية التي تمكن الأجسام من الدوران ضمن مماس كرة أعظم منها تضمها وذلك بالاعتماد على حسابات كبلر (وبالأخص قانونه الثالث)، فقد استنتجت بأن على القوة التي تستطيع أن تمسك الكواكب في مداراتها لابد وأن تتناسب عكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بين مركزيهما. وقد قمت بمقارنة القوة اللازمة لحفظ القمر في مداره مع القوة التي يمكن للأرض أن تولدها وتفرضها عليه – بمفهوم القوة الجاذبية – فوجدتهما على وفاق وتساوي لا بأس به أبدا. لقد قمت بدراسة وإنجاز كل هذه الاكتشافات خلال فترة اعتكافي عامي (1665) و (1666) وذلك بسبب الطاعون. يمكنني الآن وبكل الفخر والاعتزاز اعتبار تينك السنتين من أخصب سني عمري إنتاجاً وأغزرها شعوراً بالكفاءة والرضا، لافتا انتباهك إلى تفرغي التام خلالهما لحقلي الفلسفة والرياضيات كما لم أتفرغ لهما طوال عمري)).

وبعبارة أوضح فإن تفكير (نيوتن) بالجاذبية الأرضية وإدراك تأثيرها على القمر كان قد نضج بحلول عام (1666) الأمر الذي دفعه لمقارنتها بالقوة الطاردة التي يحاول هو بها الإفلات منها. وبجمع هذه الأفكار حول القوة الطاردة المركزية وقانون كبلر الثاني لحركة الكواكب وما حاول هو إثباته حول تأثير القوة الجديدة والتي أسماها (بالجاذبية) على مدار القمر وأراد تعميمها على بقية الأجرام والكواكب... استطاع استنباط قانونه في التربيع العكسي.

لقد برع نيوتن – وكما أسلفنا – في حقول الرياضيات، وإليه يرجع الفضل اليوم في اكتشاف (نظرية ذي الحدين– The Binomial Theorem) وهي نظرية مهمة جدا

والتي تعطينا نتائج رفع القوى للحدود المجموعة، كما يرجع إليه الفضل كذلك في اكتشاف ما يعرف اليوم (بمتطابقات نيوتن – Newton Identities) والتي تعطينا نتائج (جذور متعددة الحدود – Roots of a Polynomial) وكذلك اكتشاف طريقة إيجاد الجذور التقريبية للدوال. وفي عام (1666) استطاع (نيوتن) إيجاد قيمة النسبة الثابتة للدائرة (باي –π) ولست عشرة مرتبة عشرية وذلك باستخدام اثنين وعشرين حدا من المتوالية التالية:

$$\pi = \frac{3\sqrt{3}}{4} + 24\left(\frac{1}{12} - \frac{1}{5\cdot 2^5} - \frac{1}{28\cdot 2^7} - \frac{1}{72\cdot 2^9} - \dots\right)$$

لقد أدلى نيوتن بتعليق ساخر طريف حول هذه المعادلة التقريبية الغريبة حين كتب في عام (1666) يقول: **يتملكني الخجل حقيقة كلما تذكرت أو حاولت إخباركم بالكم الهائل من العمليات الحسابية والأرقام التي كان علي ترتيبها للقيام بحسابات كل تلك الحدود، ولكن عذري هو أني لم أجد ما أملأ به فراغي حينذاك!!.**

وأخيرا جاء العام المظفر عام (1687) وهو العام الذي شهد نشر (نيوتن) لرائعته الخالدة وهو الكتاب المعنون (Philosophiae Naturalis Principia Mathematica) باللاتينية و(The Mathematical Principles of Natural Philosophy) بالإنكليزية (الأسس والمبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية) والذي اختُزل إلى تسميته بـ (كتاب المبادئ) دون الإخلال لا بدقة عنوانه ولا بأهمية محتواه.

ذكر نيوتن فيما يخص فترة تأليفه (للمبادئ) تفاصيل تصرفاته وتحركاته وما كان يشعر به (كونها كانت بحق أهم فترة عاشها خلال كامل سني حياته) بأنه كان قد اعتكف لفترة ثمانية عشر شهراً كاملاً عافت نفسه خلالها الطعام والمنام وعانى حالات عصبية وتأملية قاسية وغريبة إلى الدرجة التي كان يقضي خلالها الساعات الطوال مسمرا على مكتبه بلا حراك، مستغرقاً بعميق أفكاره وبعيد تأملاته، حاجزاً نفسه في غرفته لا يبارحها قط. ورغم الحقيقة القائلة بأن باكورة أفكار (**نيوتن**) وتصوراته حول تصرف الأجسام حين تحركها وفكرته الوليدة الجديدة حول الجاذبية كانت قد بدأت بحلول عام (1666) إلا إن اكتمال اشتقاقاته الرياضية وتمام كمال نظريته العلمية لم تر النور إلا خلال وبعد انتهاء فترة الأشهر الثمانية عشرة المذكورة. ويصف

المؤلفـان (ابرز – Abers) و (كنل –Kennel) في كتابهمـا القييم (حركة المواد) كيف سال يراع (**نيوتن**) وتفجّر علما خلال فترة وجيزة، واستطاع أن يسطِّر الروائع من التعاريف والقوانين والنظريـات وقانونه في الجذب العام وتفسيره لقوانين كبلـر الثلاثة ونظريته للحركة في الفراغ ونظريته في حركة الموائع(والتي تعتبر الأب الشرعي لنظرية الميكانيكا الهوائية والتي تعتمد عليها الطائرات في طيرانها اليوم) ونظرية الأمواج في المياه ودراسته لأمواج البحر والمذنبات، إضافة إلى نظريته التي تُفسر سبب الزيغ البسيط في شكل الأرض عن شكلها الكروي المنتظم المتكامل المفروض وحساباته لمقدار دقة وقت وتاريخ تساوي الليل والنهار (Equinox).

لقد تمكن نيوتن (بمفرده وغير مسلح إلا بصبره وثباته وإصراره) من رَفْعِ راية (العلوم الكمية الحسابيـة) رافضاً استمرار خضوعها للتفاسير النوعية التـي دافع عنها وأصر عليها (ارسطو) وكل مـن جاء بعده، ورافضاً أيضاً مبدأ قبـول الدقة الحسابية وتطبيقاتها في الأحوال الخاصة والمواضـع المثالية كما نادى بذلـك (غاليليو)، كما أكد (نيوتن) وأصـر كذلك على إمكانية استخـدام الأسلوب الرياضي التجريبي والتقريبـي للاستدلال على عظمة الخالق (عز وجل) وبديع صنعه (سبحانه) في كونه وبدرجة عظيمة من الدقة وإن كانت لا توصف بالكمال.

ناقشـ الكتاب الأول من (المبـادئ) حركة الأجسام في الفـراغ، وحركتها عند وقوعها تحت تأثـير كمّ مختلفٍ من القـوى. وفي كتابه الثاني تطرق إلى حركة الموائع وحركة مختلف الأجسام في أوسـاط مقاومـة لها، فقد ناقش وعلـى سبيل المثال، كيف يقاوم الهـواء السقوط الحر لأي جسم خلالـه ويُبطئه كفعله في إبطـاء سقوط حر لكرة إذا ما أُلقيت من علـوٍ وهي تتهاوى إلى الأرض، واكتشـف أن قوة المقاومة تلك ستـزداد كلما ازدادت سرعة هبوط ذلـك الجسم بزيادة الارتفاع الذي هوى منه، وفي نقطة معينة على ذلك المسار فإن مقدار مقاومة الهواء ستبلغ من الكبر بحيث أنها ستستطيع معادلة قوة الجاذبية التي تُسلطها الأرض عليه وستتساوى القوتان؛ عندها سيتوقف تعجيل هبوط الجسم ويتوقف هبوطه أي أنه سيطفو في الهواء. ومن التطبيقات البسيطة جدا لهذه الظاهـرة والتي تغيب عادة عن فكر وملاحظة الجميع ونعتبر أنفسنا محظوظين جدا لوجودها، هو منعها لقطيرات المطر الساقطة إلى الأرض ومن على ارتفاعات شاهقة (بضعة كيلومترات) من قرع

وإيـذاء جماجمنا بسرعها الجنونية البالغة بضعـة مئات من الكيلومترات في الساعة بفعل التعجيل الأرضي – رغم صغر كتلها. (ولا داعي للإفاضة في شرح نتائج ذلك لولاها!).

ناقشـ الكتـاب الثالث من (المبادئ) قـوى الجاذبية وشرح فيها كيفية تسليط قـوة الجذب المتبادلة مـن قبل كتلتي جسمين أحدهما على الآخر بغض النظر عن حجميهما. وفي كتابه الثالث هذا امتنع (نيوتـن) امتناعا كاملا عن الدخول في أي تفسيرات لكُنه هذه القوة الجديدة (الجاذبية) التي جاء بها ولا كيفية انتقالها بين الأجسام. وقد وضّح كل من (آبرز وكنل) الأسلوب الذي اتبعه نيوتن كما يلي:

> **((لقد تمتع نيوتن بملكة حدسٍ غريبةٍ عجيبة، فقد كان (يُخمِّن) طريقة عمل قانونه الفيزيائي الذي هو بصدد اكتشافه، وبعد ذلك يختبر حدسه بشأنه تجريبياً ومن ثم يعمد إلى تعميم تفسـيره ليشـمل كل ما له علاقة بتطبيقاته. توقف حدس نيوتن، وعجزت تفسيراته عن طرق باب الحقيقة أو تسـليط أي ضوء على خفاياها . لقد صاغ نيوتن كافة قوانينه بطريقة تمكنها من تأطير المشاهدات الطبيعية وإخضاعها لنظام منطقي شديد التماسك، أي صبِّها في قالب رياضي رصين عصي على التفنيد، دون التطرق لتفسير كنهها)).**

ختـم نيوتن (المبـادئ) بجزيل حمد وتبجيل لـذات الإله (تبارك وتعالى وتجلـى في علاه) لأنه اعتبرهـا شهادة صادقة ودليلا لا يرقـى إليه الشك لعظمة الله (سبحانـه) ولروعة وتناسق العلوم، فبقدر ما ساهمت به (المبادئ) في إثبات وتوضيح العلوم فإنها قد قامت بإسناد والدفاع عن الدين.

وضـع (**نيوتـن**) – في رسائلـه الأخيرة – للوزيـر (بنتلي – Bently) تصـوره وتفسيره لما قـاده إلى الإيمـان بوجود خالق بارع بمستوى ذكاء خـارق لا قبل لنا به.. فلقد عَجَبَ (**نيوتن**) كل الإعجـاب واندهش لحقيقة دوران كافة الأجسـام الكبيرة والكواكب في مداراتها حول الشمس ضمـن (ذات المستوى الإهليجي بلا استثناء). وذلك هو المستوى الذي يضم أرضنا أيضـا ويُشكل مدارها حول الشمس ولا يشذ مدار كوكب عن آخر ولا مستوى عن أخيه إلا بدُريجات قوسية قليلة. واستنتج من تلك الحقيقة استحالة تمكن العوامل الطبيعية فقط من إدراك مثـل هذا النسق البديع فضلا على إسباغه على نظام شمسـيّ عظيم كامل برمّته. واستند على تلك الحقيقة وعلى ذلك المعمار للتوصل إلى وجود الخلاق المبدع الرشيد (سبحانه وتعالى).

يؤمن علماؤنا اليوم بأن السبب المادي المباشر لتفسير وجود الشمس وكواكبها على تلك الشاكلة يعود إلى أصل تكون الكتلة الكوكبية عند انفصالها عن الشمس وتشكلها على هيئة القرص المادي الهائل وما تبعه من تماسك أجزاء كل كوكب في مداره ضمن هيكل ذلك القرص الأصلي العظيم، ولا يُفسد هذا التصرف – الأعمق تفسيراً، والأقرب واقعاً ومنطقيةً، لفكرة الخلاق العظيم (تبارك وتعالى) لمجاميع القوى التي شكلت عالمنا كما شكلت بقية الكواكب والمجرات – للإيمان قضية.

اعتقد نيوتن كذلك بأن الله (جل وعلا) هو المسؤول عن إعطاء الكواكب (في دورانها) مقدار إزاحتها الابتدائية أول مرة، وإلا لكانت آيلة للسقوط على سطح الشمس بفعل قوة جذبها الهائلة عليهم جميعا، وإلا فمن كان باستطاعته إعطاءها الدفعة الابتدائية الصحيحة والمحسوبة لتستمر بدورانها الذي لم يحد عن مركز واحد موحد داخل الشمس منذ أوجدت؟؟.

داوم (نيوتن) على النظر إلى السماء وعلى التفكر ببديع صنع موجدها وأدرك نظامها ودقتها واستنتج أن هناك من الدقة والرتابة ما لا يحتمل أيُّ عقل عزوه إلى الطبيعة ذاتها أو إغفال الدلائل والقرائن والبراهين التي تشير إلى يد الله (عز وجل) في إبداعها. لقد جاء في كتابه حول (البصريات) والذي كان قد نشر في عام (1706) ما يلي:

> **((... أنى للشمس وكواكبها أن تستقر في مواضعها بدون وجود مادة كثيفة ما بينها؟... ما الذي يحول بين النجوم وبين سقوطها الواحدة على الأخرى واصطدام الجميع بالجمع؟... ألا يتوضح لك ومن المُدْرَك الملموس أن هناك كائناً عظيماً أبدياً حياً وعلى درجة من العقلانية والتدبير وهو الواجد السرمد، الذي يستشعر عبر طيات الفضاء وأقطار السماوات بوجود كل موجود بتفصيل وبدقة وهو القادر على استيعابها كلها؟)).**

ومن الأفكار التوحيدية التي لازمت (نيوتن) في إحدى مراحل حياته هو إيمانه بأن الكون الذي نعيش فيه وكل ما فيه هو عبارة عن (إرادة إلهية)، أي بمعنى أن كامل موجوداته – بكامل كيانها وحركاتها وتحولاتها – ما هي إلا أفكار الإله (سبحانه) وصنيع إرادته، أي أن الوجود حرفيا ما هو إلا نتيجة لفعل الإرادة الإلهية. ولما كان الإله (تبارك وتعالى) عظيما قادرا جبارا فكذلك كنّ أفكاره، وهكذا انعكسْنَ على وجود السرعة الهائلة التي يتجسدن فيها والنسق الخاطف لتطور أكوانه.

شارك (**نيوتن**) – وبقوة كذلك – في تطوير واستنباط العديد من الأفكار والموضوعات الخاصة بحقول ميكانيكا الموائع؛ فمن اسهاماته المهمة في ذلك استنباطه لحساب التفاضل والتكامل وقوانينه الأساسية في الفيزياء. اقترن اسمه كذلك بإحدى (العلاقات الخطية– Linear Relation) والتي فسرت تصرف القوى المسلطة على بعض أنواع السوائل، فعلى سبيل المثال هناك (سائل نيوتن) والذي يسيل كالماء، ويمتاز هذا السائل بامتلاكه لشدّات فتل (Shear Stresses) تتناسب خطيا مع مقادير الإزاحة العمودية على مستوى الفتل. وبالمفهوم الرياضي للعبارة السابقة فإن:

$$\tau = \mu(d\mathbf{v}/dx)$$

حيث تمثل τ – مقدار الفتل المسلطة من قبل السائل.

و μ – مقدار لزوجته وتعتبر هنا كثابت للتناسب.

و $(d\mathbf{v}/dx)$ – الدالة الموضحة لمنسوب الإزاحة.

وقد يُطلق على القانون السابق اسم (قانون نيوتن في اللزوجة – Newton's Law of Viscosity) والذي كان قد نشره عام (1687). وتعتمد درجة لزوجة (سائل نيوتن) على عاملي حرارته وضغطه ولا تعتمد مطلقا على مقادير القوى المسلطة عليه. ومن ناحية توضيحية أخرى فخير مثال بإمكاننا إدراجه لتمثيل (السائل غير النيوتني) هي اللعبة الشهيرة باسم (سلي بتي– Silly Putty)[1] والتي تمتاز بارتدادها عن الأرض ومرونتها، كما تمتاز بقابلية انكسارها إذا ما سُلطت قوة كافية عليها وبسرعة كبيرة، وبإمكانها السيلان كالسائل أيضاً وتظهر عليها علامات الذوبان والتحول إلى بركة بعد مرور وقت طويل.

والرمال المتحركة مثال آخر من أمثلة المواد التي لا تعتبر (سائلاً نيوتنيا)، فلو حدث لك وأن وجدت نفسك في بؤرة إحداها فتذكر صفات (سائل نيوتن) وتصرف عكس ذلك، فعليك التصرف بهدوء

(1) Silly Putty – وقد تسمى Thinking Putty أو Bouncing Putty أو Putty Putty وهناك أنواع علاجية أخرى منها مثل Power Putty و Thera Putty.– وهي مادة اكتشفت عرضيا أثناء أبحاث الولايات المتحدة خلال الحرب العالمية الثانية لتطوير أنواع جديدة من المطاط، كيميائيا تتألف (سلي بتي) من بوليمرات السلكون ولها صفات خاصة واستعمالات متعددة في العلاج الفيزيائي والتأهيل وقد تستعمل كلعبة للأطفال أو كطريقة لإزالة الإجهاد أو مادة لاصقة لالتقاط الأتربة وبقايا فراء الحيوانات المنزلية، وقد استعملها رواد المركبة الفضائية ابولو للصق معداتهم في حالات انعدام الجاذبية. (المترجم – عن الوكيبيديا).

والتحـرك ببـطء شديد، حينها ستتصرف الرمال كسائل وسيكون لديـك متسعاً من الوقت للتفكير والفرار إن شاء لك المولى ذلك، ولكنك إذا ارتبكت وشرعت بالتحرك السريع العنيف كمن يحاول تخليصـ نفسه من شبك فـإن ما فعلته سيجعل الرمال تتصرف أكثر شبهـا بالمادة الصلبة وستتضاءل فرصك بالنجاة منهـا، وستبتلعُك (إذا كان قـد قدِّر لملك الموت أن يتخطّى غيرك إليك).

والآن دعنـا نعود بالزمن إلى المرحلة التي تلت رعب الطاعـون الرهيب مباشرة ونلقي نظرةً أقـرب على السنوات التـي قضاها نيوتن في (كمبردج) بعد عودتـه إليها، حيث امتازت تلك الحقبـة بكونها الفـترة التي شهدت تفتّح وازدهار قابلياته الرياضيـة وبكونها فترة بداية انتشار شهرتـه لتعـم الآفاق، فلقد بدأهـا بتسنمه – وهو بعمـر السادسة والعشريـن لكرسي الأستاذ (لوكازيـن – Lucasian) الشهير للرياضيات في عام (1669). (والجدير بالذكر أن الشاغل الحـالي لذاك المنصب هو عبقري فيزياء القرن الواحد والعشرين (ستفن هاوكنج – Stephen Hawking) والذي عُيّن فيه منذ عام 1980 [1]. استمر ولع (نيوتن) بالبصريات والضوء بالنمو حتى اقتنع بأن الضوء الأبيض لا يمكن أن يكون صافياً بطبيعة واحدة كما وصفه (ارسطو)، وإنما لابد أن يكون خليطا من العديد من الإشعاعات والتي تقابل الألوان العديدة المعروفة.

عارض الفيزيائي الإنكليزي الشهير (روبرت هوك (1635–1702) Robert Hooke) [انظـر تفاصيل إنجازاته وحياته تحت مدخل (قانون المطاوعة لهوك)] آراء نيوتن وسخر منها سخريـة لاذاعة وأمام الملأ، الأمـر الـذي ملأ صـدر (نيوتن) غيظا وغضبا وحنق على (هوك) وكرهه كل الكره وقـرر بناء على ذلك سحب كتابه المرموق والموسوم (بالبصريات) من الطبع والإحجام عن التطرُّق لما جاء فيه من آراء ونظريات في المجالس والمنتديات العلمية وصبر إلى ما بعـد وفاة غريمه في عام (1702) كي يطلقه للنشر ويكون له الكلمة الفصل في مواضيع وعلوم الضوء، ولكي يُجنب نفسه أي احتكاك أو نقاش معه.

---

(1) يعتبر الفيزيائي النظري [ميشيل كرين – Michael Green] الوريث الشرعي لمنصب تسنم هذا (الكرسي) – ومنذ شهر تشرين أول (اكتوبر) من العام المنصرم (2009) خلفاً (لستيفن هوكنك – Stephen Hawking) الذي تقاعد عنه في شهر أيلول (سبتمبر) من ذات العام. (المترجم).

وأخيرا شاءت الأقدار أن يرى كتاب (البصريات) لنيوتن النور حين طُبع في عام (1704). وفيه أسهب بشرح تجاربه وتحاليله بخصوص ألوان الضوء وخصائص استطارته.

لابد من الاستدراك هنا، والإقرار بأن الكتاب الثالث من (المبادئ) لم يكن ليرى النور أبدا. لقد ادّعى (هوك) بقوة وبكامل ثقله العلمي والاجتماعي – ولعله كان في ادعائه بعض الحق – بأن له السبق الطبيعي – بل الحق الكامل لإدراج اسمه أو على الأقل إبداء بعض الذكر والثناء عليه فيه، لأنه وببساطه كان من بدأ سلسلة المراسلات التي استمرت طوال عامي 1679 و 1680 والتي أضاءت الدرب أمام اكتشافات **(نيوتن)** حول الجاذبية.

أثارت ملاحظات ومطالبات **(هوك)** حنق **(نيوتن)** وغضبه إلى الدرجة التي هدد فيها بإلغاء، بل وبطمر هذا الكتاب الثالث إلى الأبد!!

ولكنه تمكن أخيرا من طباعته، ولكن فقط بعد أن فش غليله كاملا بالحذف المنهجي والمبرمج لأي ذكر أو لأي عمل أو مشاركة **(لهوك)** فلم يتضمن ولا حتى أي ذكر لاسمه فيه.

لقد أصرّ **(هوك)** على ملكية جذور فكرة التربيع العكسي ومبدأ استخدامها في الجاذبية، ولكنه بنى فكرته تلك على الحدس دون أن يكون لديه القدرة الكافية على استنباط القواعد الرياضية الرصينة التي يؤسس بها لها كما فعل **(نيوتن)**.

انتُخب **(نيوتن)** في عام (1672) زميلاً للجمعية الملكية، ولكنه كان انطوائيا لم يمتزج اجتماعياً مع زملائه وكان كثير الكبر شارد الذهن في أغلب الأحيان. حاضر **(نيوتن)** في (كمبردج) خلال السنوات التي قضاها في تأليف (المبادئ) ولكن مهاراته كمحاضر لم تكن أبداً في المستوى المطلوب، وعليه استمر عدد الطلبة الذين يستمعون إليه بالتناقص التدريجي، حتى لكأنّه أضحى يحاضر للجدران. كتب (وليم بكسبي – William Bixby) في مؤلفه (عالم غاليليو ونيوتن) واصفا حالته بقوله:

((لقد اعتبره بعض الطلاب التجسيد الشخصي الفريد والعلامة الفارقة المميّزة للأستاذ التائه – شارد الذهن – فلم يكن (نيوتن) ليعير أدنى اهتمام لملبسه ولا لهندامه، وغالبا ما وقف أمام تلامذته، وهو عنوان لعدم الترتيب وفقدان التناسق والتشوش، أما هو

فلم يكن ليهتم بما حوله أبداً، إلى الدرجة التي إذا لم يحضر درسه أحد فإنه كان على أتم الاستعداد لإلقاء كامل محاضرته والخروج من قاعة الدرس بأتم الرضا والاستحسان الذاتي كما لو كانت قاعته غاصة بالحضور، وهذا هو ما كان يحدث غالباً)).

لقد عانى (**نيوتن**) من العديد من نوبات الانهيار العصبي إلى الحد الذي تقاعد معه إثر إحداها في عام (1693) وتوقف نهائيا عن إجراء بحوثه العلمية. عزا الكثير من معاصريه، وحتى بعض المحدثين الذين اهتموا بدراسة سيرته وتاريخه ما أصابه لما كان يعاقره من مواد كيميائية غريبة وسموم معدنية عجيبة أملتها عليه تجاربه وشغفه بعلوم السحر والخيمياء وما عُرف بعلوم (Chrysopoeia) وهو المصطلح اللاتيني لما يسمى بالعربية علوم البحث عن حجر الفيلسوف القادر باللمس على تحويل كل المعادن والعناصر الخسيسة إلى ذهب. أما الأطباء المحافظون فقد عزوا أعراضه تلك لتشخيصه سريريا بالإصابة بداء الاكتئاب الشديد وأعراض الشخصية المنفصمة.

غادر (**نيوتن**) جامعة كمبردج في عام (1696) وسافر لاستلام أحد المناصب الحكومية في لندن حيث عين كأمين لدار المسكوكات الملكية (Mint). ومن المدهش حقا متابعته وهو يقضي جُلّ أوقاته في تلك الدار بدل استثمارها بالبحوث والاكتشافات كأي عالم مرموق. وبإمكاننا اليوم تخيُّل مقدار ما كان باستطاعة هذا العبقري الغريب الأطوار، فريد الشخصية إضافته لخزين المعرفة الإنسانية لو كان باستطاعته الفَكاك من حالات الكآبة التي كانت تتملكه، والتي لولاها لكان أحسن حالا وأصفى ذهنا وأكثر رغبة في استثمار أوقاته في البحث العلمي.

توصل في مركز الصيرفة وضرب المسكوكات إلى طريقة مبتكرة لمحاربة عمليات وجرائم التزوير والغش في تداولها، فلقد دأب المحتالون على (تقريم) حواف العملات المعدنية وجمع تلك القُصاصات وصهرها لصناعة عملات إضافية. فقام بإسداء النصيحة لدار المسكوكات بضرب بعض النقوش (والقرنصة) على محيطها الخارجي ليتعرف التجار على المسكوكات السليمة ويفرِّقُونها بسهولة عن تلك التي سبق تقريم محيطها. وإذا تفحصت اليوم كل العملات المعدنية وكافة المسكوكات الثمينة حول العالم لوجدتها قد ضُربت بالنقوش والعلامات على

محيطها تماما كما وسبق أن أوصى (**نيوتن**) به آنفاً.

لم يسلم (**نيوتن**) من بعض الأساطير التي حيكت حوله كتلك التي صورته وهو متنكر يتنقل ما بين المواخير وبيوت الدعارة وحيثما يمكنه الاستماع بهدوء لحديث العامة لأجل الإيقاع بالمزورين. ومما يذكر أن مشاهيرهم كانوا كثيراً ما يستجدون (**نيوتن**)كي يهبهم حياتهم قبل شنقهم أو إغراقهم أو إعدامهم بالمقصلة.

أين نحن بل أين الجليل من العلماء اليوم من منزلة (**نيوتن**) وكثرة وضخامة بل ومن عظمة مساهماته في حقول الرياضيات وعبقريته في هذا المجال منذ أن كان يافعا وحتى تقدمه في العمر؟؟

ذكر (آي. بي. كوهين – I. B. Cohen) في مشاركته في (معجم سير العلماء الذاتية) بشأن نيوتن وإنجازاته ما يلي:

((لم نجد أيّ دليل ملموس لأي اشتغال لنيوتن أو اطلاعه على الرياضيات العالية حتى بلوغه الثالثة والعشرين من عمره، حين بدأت عبقريته بالتفتق – وعليه لا ينبغي لأي خلاصة أمينة لتعداد مساهماته في ميادين الرياضيات أن تأخذ بنظر الاعتبار أعماله الأصيلة في مجالات حساب التفاضل والتكامل والمجالات التحليلية الأخرى – بما في ذلك المتواليات المحدودة ومساهماته البينة في وضع نظرية ذي الحدين وكافة تفرعاتها – وحسب، وإنما عليها عدم الإغفال عن عظيم نشاطاته في ميادين الجبر ونظرية الأرقام والهندسة الإقليدية (التقليدية) والهندسة التحليلية ونظريات المختلفات المحدودة (finite differences)[1] والمنحنيات وتصنيفاتها وطرق الحساب والتقريب وحتى نظرية الاحتمالات وتفرعاتها)).

لقد حافظ على ملكته الرياضية حادة نافذة وحتى أواخر أيامه وقد جرى تداول القصة التي كان بطلها الرياضي السويسري [يوهان برنولي (1667–1748) Johann Bernoulli]

(1) Finite Difference – وهي تعابير رياضية من نوع f(x+b)–f(x+a). إذا قُسّمتْ على (b–a)) نحصل على (حاصل قسمة اختلاف)، وتستعمل في حل المسائل التفاضلية وبالأخص مسائل القيم المحيطية (Boundary Value Problems) – (المترجم).!

(**انظر قانون برنولي لميكانيكا الموائع الجزء الثاني**)، في عام (1696) والتي تضمنت مجموعة من المسائل الرياضية المعقدة معدة للامعين من أساطين الرياضيات للتعامل معها ومحاولة حلها خلال القرن القادم. وقد ابتدأ (**برنولي**) تحديه قائلا:

((هنا (يوهان برنولي) وها أنا أتحدث إلى أساطين الرياضيات وأكثرهم عبقرية. أُدركُ - وأنا الرياضي المحنّك - بأن لا شيء يرتقي إلى مستوى النشوة والسعادة التي تُبهج الرجال من مسألة نزيهة، صحيحة تتحدى قابلياتهم الذهنية والرياضية والذين سينعمون بالشهرة وسيرفلون بغار البهجة وحتى آخر لحظة قبل توصلهم لحلها، فإذا ما نجح أحدكم بالوصول إلى الحل الصحيح فسأقوم أنا شخصيا بإعلانه الأهل حقا للجائزة التي قد رصدتها له)).

استلم (**نيوتن**) قائمة المسائل التي توعد بها (برنولي) فطاحل الرياضيين في زمنه، وفي إحدى الأمسيات بعد أن أنهى عمله في دار ضرب المسكوكات اختار عشوائيا إحدى المسائل وحلها قبل خلوده إلى النوم، وفي اليوم التالي دفع بإجابته إلى سكرتير المجمع الملكي وطلب منه إرسالها إلى (برنولي) دون أدنى ذكر لاسمه. حالما فض (برنولي) المظروف الحاوي على الحل، تبسم ضاحكا بحبور فقد تعرف فورا على صاحب الحل وحدس بأنه (**نيوتن**) نفسه وقال: (**أنّى لك أن تُخطئ الأسد وقد رأيت أثر مخلبه؟!**).

نشر (**نيوتن**) قانونه في التبريد في عام (1701) بدون توقيع في إحدى الصحف تحت عنوان (Scala Gradum Caloris) ويعني التبدد التدريجي للحرارة - والذي نص على تناسب معدل فقدان الحرارة من أي جسم مع الفرق بين درجة حرارته ودرجة حرارة محيطه. وركّزت مقالة (نيوتن) التي نشرها في الدورية التي يصدرها المجمع الملكي وهي (الإنجازات الفلسفية للمجمع الملكي (Philosophical Transactions of the Royal Society) على محاولاته لإيجاد نظام معترف به لقياس درجات الحرارة باستعمال المحارير الحاوية على زيت بذر الكتان.

في عام (1703) تم انتخاب (نيوتن) رئيساً للمجمع الملكي، وفي عام (1705) رُفّع إلى مرتبة (فارس). وبالنظر لخلفيته الاجتماعية والتربوية المهزوزة فقد قضى بقية سني حياته في

الشجـار مع (ليبنز – Leibniz) والاستشاطة غضبا كلما التقى به أو احتدم بينهما نقاش. أما محور كل تلك الثورات الفكرية والحروب الكلامية فقد كان واحدا على الغالب وهو: **من اكتشف حساب التفاضل والتكامل أولا؟؟**. أرجع البعض سرّ غضب نيوتن (ظنا) إلى طبيعته الذاتية ونفسيته الانفعالية والتي نمت بذورها منحرفة منذ طفولته المبكرة. عزا (جون فاوفل – John Fauvel) وزملاؤه في مقالتهم المنشورة تحت عنوان (ليكن ما يكن فهو نيوتن!) سبب كل ذلك إلى (انفصاله المبكر عن أمه ما بين الثالثة والعاشرة من عمره وهو سن الطفولة الحرجة الأمر الذي طمس شخصيته السوية ونما فيه روح وميول الشك والعصاب والرجل المعذّب عندما شب رجلاً).

يرجع فضل ابتكار حساب التفاصل والتكامل إلى كل من(نيوتن وليبنز) في آن، ولكن علينا أن لا نطمس حقوق العديد من أوائل الرياضيين الذين سبروا غور المفاهيم الرياضية العميقة من نوع المعدلات والمناسيب (Rates) والحدود (Limits) ابتداء من قدماء الفراعنة الذين تمكنوا من ابتكار القوانين التي مكنتهم من حساب أحجام الأهرامات وتقريب مساحات الدوائر وحتى الرياضيين المحدثين الذين تَلَوْهُم.

وكما اشترك كل من (نيوتن وليبنز) في الشجار والسجال فقد اشتركا أيضا في حيرتهما بخصوص العديد من المسائل المتعلقة بحساب تقسيم ظلال الزوايا (Tangents) ومعدل مقدار التغير (Rate of Change) وحسابات الأصغر (Minima) والأكبر (Maxima) واللامتناهيات (Infinitesmals) وهي الكميات العددية المتناهية في الصغر والضآلة والتي تقترب كثيرا من الصغر ولكن لا تساويه. لقد أدرك كلا الرجلين وفي وقت مبكر أن (التفاضل – Differentiation) – ويعني إيجاد المماسات للمنحنيات و(التكامل – Integration) – ويعني إيجاد مقادير المساحات تحت المنحنيات هما عبارة عن عمليتين متعاكستين. أينعت اكتشافات نيوتن – وكما سبق ذكره – خلال عامي (1665–1666) حين بدأت اهتماماته الرياضية بموضوعه (المجاميع اللامتناهية – Infinite Sums) ولكن – ولما عُرف عنه من بطء شديد وتريث يُعاب عليه في النشر، فقد تأخّر ظهور أعماله بخصوص حساب التفاضل

والتكامـل رسميا حتى عـام (1736) حينما ظهرت الترجمة الإنكليزية لها، علما بأن أعماله المنسوخـة حول ذلك الموضوع كانت قد وجدت طريقها إلى بعض الأفراد منذ عام (1671) وذلك من خلال مقالته الموسومة (Methodis Serierum et Fluxionum).

تبجح (ليبنز) عند نشره لاكتشافه المعروف بحساب التفاضل في عام (1684) والتكامل في عام (1686) عندما صرح بأن (لا ينبغي لنوابغ الرجال أن يفقدوا الساعات الطويلة من وقتهم الثمين – يكدون كالعبيد – لغرض إنجاز الحسابات... عليهم فقط بطريقتي المبتكرة الجديدة التي ستوصلهم إلى ذات النتائج بسرعة وسهولة أعظم وذلك من خلال حساب التحليل دون أدنى حاجـة لإرهاق واستعمال مخيلاتهم). اشتاط (نيوتن) غضبـاً من ذلك التصريح وأبدى غايـة امتعاضه وغضبه لما صـرح به (ليبنز) واستمر النزاع بينهما سنـين طويلة، سجالاً حول أحقيـة أي منهم بذلك السبـق أو حول كيفية تقسيم شرف ذلـك الاكتشاف الرياضي المهم بينهما، واشغلهم سجالهم ذاك عن التفكير بأي ابتكار أو إنجاز جديد فيه فتأخر تقدمه.

سأنهي هذا الفصل ببعض الملاحظات المهمة حول شخصية (نيوتن) وتحسسه المفرط لأي نوع من الانتقاد وسألخص إنجازاته العلمية بعجالة.

جاء في الطبعة الرابعة من كتاب (دبليو دبليو روز – W.W. Rouse) والمنشور في عام (1908) تحت عنوان – موجز لتاريخ الرياضيات – بخصوص نيوتن ما يلي:

((..... وأما بخصـوص تصرفاتـه وهندامه فكان غالبا ما يلبس الغريب والرث منها وينسـى نفسـه حينما ينشـغل بأي بحث أو يُركز بتفكـيره على أي موضـوع. لم يُتح (نيوتن) لنفسه أي فرصة للمرح وكان مقلا في الحضور إلى... أو المبادرة في أي نشاط اجتماعي، وفي المرات القليلة النادرة التي دعا فيها أصحابه وقرر خلالها التضحية بوقته استجابة لطلباتهم الملحة بلقائه، وحتى لو أرخى لهم العنان للاستغراق في شربهم حتى الثمالـة – وكان ذلك نادرا ما يحدث – فإنك ستـراه واجما جامدا مثلهم وقد انتحى جانبا عن الجماعة وأغرق نفسه في التفكير لحل مسألة ما حتى لتخاله مخمورا مثلهم)).

عافـت نفس (نيوتن) المرح ولم ير أبدا خارج تأملاتـه، فلقد كانت للرجل إمكانيات خارقة

للعمل ومواصلة التفكير حتى إنه كان يواصل الجلوس على مكتبه لفترات قد تطول لتبلغ الثمان والتسع عشرة ساعة متواصلة ولم يترك لنفسه من اليوم سوى سويعات قليلة للنوم فلم يكن يأبه لا بإطعام نفسه ولا بالاعتناء بمظهره ولا بترتيب ملابسه، فلم يخصص لأي من ذلك وقتاً يذكر.

وباستثناء أبحاثه في (البصريات) فإنك قلما تجد عملا من أعماله وقد وجد طريقه للنشر بدون إلحاح وإصرار شديدين من قبل أصدقائه، ولولاهم لما رأت أكثر مؤلفاته النور، إذ كان شديد العناد غالب المماطلة كثير التسويف بشأن النشر وبدرجة عجيبة ملفتة للنظر حتى إنه قد أصر في أحيان كثيرة على عدم ذكر اسمه على مؤلفاته.

ذكر (جون مينارد كينز – John Maynard Kenes) في مؤلفه المعروف (نيوتن – الرجل) ما يلي:–

((لقد استقر السر في تصرف الرجل وطبيعة تفكيره في قابليته اللامحدودة على التركيز الذاتي وتكوين عالمه الخاص به ولفترات ممتدة ولساعات طويلة جدا. لقد تجسدت ملكته في إمكانياته على الاحتفاظ – وبصورة مستمرة – في ذهنه بتصور كامل عن أية مسألة يحاول حلها ويعمل ذهنه عمله فيها ولا يتخلى عنها إلا وقد فهمها تماما وتمكن من حل كافة التواءاتها. أعتقد بل وأجزم بأن حدس هذا الرجل وذكائه كان من الخصوبة والشمولية بحيث لم يُحْبَ رجل في التاريخ بمثله من قبل. أنا على يقين أنه كان بإمكان نيوتن (حبس) أي مسألة في ذهنه وأعماله عليها واستمرار معالجتها لساعات وأيام بل ولأسابيع داخله ولن يملّكها منه فكاكا إلا بعد أن تكون قد باحت له بكل أسرارها وخفاياها)).

أضاف (ابرز – Abers) و (كنل – Kennel) في مؤلفهما (المادة والحركة) بخصوص الرجل ما يلي:

((لقد حبا الله (نيوتن) الإمكانيات والقابليات الفذة وخلق في رجل واحد إمكانيتي الرياضي المبدع والفيزيائي الملهم، فقد كان من بين الفيزيائيين القلائل الذين تمتعوا بموهبة متساوية في مجالي النظرية والتجريب، إن مجرد اختراعه للمرقاب النجمي العاكس وما تضمنه من مفاصل وميكنة كان جديرا بإدخاله إلى تاريخ علوم الفلك من أوسع أبوابه، وكثيراً ما لاحظ...

وذكر معاصروه إمكانياته العجيبة وحدسه العلمي النادر، فقد كان باستطاعة الرجل التعرف والتأكد من صحة العديد من الأمور والظواهر حتى وإن لم يتمكن من إثباتها)).

يُدرك المتطلع على صفحات تاريخ حياته الأخيرة مدى العذاب والشقاء الذي عاناه (نيوتن) في أواخر أيامه ومقدار الألم الذي تجرعه جراء حصاة الكلية التي أقضت مضجعه، وأعراض احتباس البول الذي نكدت عليه أيامه. لقد أصيب بداء النقرص (Gout) وعانى من الالتهابات المزمنة في الرئة. ومما يذكر عن أواخر أيامه سفره في اليوم الثامن والعشرين من شهر شباط (فبراير) من عام (1727) الى لندن ليترأس أحد اجتماعات المجمع الملكي ولكن صحته كانت قد انهارت تماما وأذاقته حصاة كليته الأمرين وهو يحملها بين حناياه على مضض، حتى امتدت إليه يد المنون وطُويت الصفحة الأخيرة من كتاب حياته في اليوم العشرين من شهر آذار (مارس) من عام (1727) عن عمر قارب الرابعة والثمانين عاماً وقد قضى أيامه الأخيرة يصارع المرض ويتجرع الألم من حصاة كليته حتى مات. لقد صدرت إرادة ملكية بدفن نيوتن في المقبرة الملكية بلندن وهو شرف لم ينله عالم من قبله أبدا.

خُلّد اسمه بإطلاقه على إحدى فوهات القمر وهي بقطر (78 كيلومترا) تكريما له، الاسم الذي تمت المصادقة عليه واعتماده رسميا في عام (1935) من قبل الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالميين. وإليك فيما يلي قائمة مصغرة لأهم وأشهر أعماله تعقبها ذات القائمة بلغتها الأصلية توخيا للدقة وتسهيلا للحصول على المصادر المعنية للاستزادة من هذا الزاد سبيلاً:

- 1671 – حول أساليب الاشتقاق في حساب التفاضل والتكامل وحساب المتواليات.
- 1672 – كتاب في الجغرافيا العامة.
- 1672–1676 – رسائل في البصريات.
- 1684 – حول حركة الأجرام في مداراتها.
- 1687 – المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية.
- 1704 – كتاب في البصريات.
- 1701–1725 – تقارير مدير دائرة ضرب المسكوكات.

- 1707 – الرياضيات الشاملة.

- 1671. *De methodis serierum et fluxionum* (On the Methods of Series and Fluxions). ("Fluxion" was Newton's term for derivative in the field of calculus.) As mentioned, this work did not officially appear in print until 1736.
- 1672. Newton's edition of *Geographia generalis* (General Geography) by the German geographer Varenius.
- 1672 1676, letters on optics.
- 1684, *De motu corporum in gyrum* (On the motion of bodies in an orbit).
- 1687. *Philosophiae naturalis principia mathematica* (published in Latin in 1687; revised in 1713 and 1726: and translated into English in 1729).
- 1704, *Opticks* (a revised edition appeared in Latin in 1706). Appendices contained discussions of cubic curves, infinite series, and the method of fluxions.
- 1701-1725. *Reports as Master of the Mint.*
- 1707. *Arithmetica universalis.*

وفيما يلي أيضا بعض الأعمال التي وجدت طريقها للنشر بعد وفاته:

- 1728 – تاريخ الممالك القديمة.
- 1728 – نظام الكون.
- 1728 – محاضرات في علم البصريات.
- 1728 – الرياضيات الشاملة – الترجمة الإنكليزية لكتابه الذي نشر باللاتينية تحت نفس العنوان.
- 1733 – ملاحظات حول نبوءات الرسول دانيال وابو كاليبس[1].
- 1754 – دراسة تاريخية معمقة حول اثنين من نصوص التوراة الخاطئة

(1) لاحظ تفسير المصطلحين في حاشية صفحة 247 من هذا الكتاب. (المترجم)

- 1728, *The Chronology of Ancient Kingdoms Amended*
- 1728, *The System of the World*
- 1728, *Optical Lectures*
- 1728, *Universal Arithmetic* (English version of *Arithmetica universalis*)
- 1733, *Observations upon the Prophecies of Daniel and the Apocalypse of St. John*
- 1754, *An Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture*

نال نيوتن من قناطير المديح، والجم الوفير من الإعجاب والتقدير كما لم ينله أحد من قبله – ونادرا ما سيلقاه أحد من بعده. وإليك بعض ما قيل – وعن حق – في إطرائه وتبجيل سجاياه:

• تفخر هذه الجزيرة – ومن بين كل الجزر البريطانية – كونها تشرفت بإنجاب أعظم وأندر عبقري نذر نفسه لرفع المستوى الروحي والفكري للجنس البشري.

– الفيلسوف البريطاني [ديفيد هيوم (1711–1776 David Hume)] في كتابه (تاريخ إنكلترا).

• لعل من حقي أن أتساءل: أكان هذا العبقري يأكل؟ أكان يشرب؟ لا أكاد أصدق أنه كان يخلد للنوم كبقية الناس!! ولا يمكنني أن أصدق أو أقبل وصفه بأقل من (عبقري) أو نعته واعتباره إلا كائنا كونيا خارق الذكاء خلق من طينتنا نحن بني البشر!

– الرياضي الفرنسي [غلوم لوبيتال 1661–1704 (Guillaume L'Hapital)].

• قد لا نتمكن أبدا من اختصار الصفات والمعايير التي تحلى بها هذا المثال الفذ للعالم المتفاني المثالي والنموذج الحي للعالم بصورته الحديثة... لقد كان تجديديا ضليعاً أقحم نفسه في العديد من المواضيع المتباينة، من فروة (جيسون)[1] الذهبية إلى التناسق الفيثاغوري مرورا بهيكل سليمان (عليه السلام). لقد سعى الناس لطلب

(1) Jason – بطل ميثالوجي أسطوري إغريقي، مثله كمثل (هركليس)، اشتهر ببحثه عن الفروة الذهبية. سافر كثيراً ولاقى الأهوال وعانى كثيراً منها في أسفاره. (المترجم).

نصائحه في شتى المواضيع من طريقته لسك العملات وضربها وملاحقة لصوصها، إلى وصفاته لبلاسم الصداع وأسرار دوائها... لم يكن يملك مختبرا ولا فريقا عاملا يترأسه... ولم يسافر قط خارج حدود بريطانيا الشرقية أبداً.

- باتريشيا فارا (Patricia Fara) في كتابها المعنون (نيوتن - خطه صناعة عبقري) وقد لخصت حقول اهتمام نيوتن والمعارف التي أتقنها مسلطة الضوء على رغبته وحرصه الدائم على البقاء قريبا من داره!!

مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Abers, Ernest, and Charles F. Kennel, *Matter in Motion* (Boston, Massachusetts: Allyn & Bacon, 1977).

Arons, Arnold, *Development of Concepts of Physics* (Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1965).

Ball, W. W. Rouse, *A Short Account of the History of Mathematics*, fourth edition (New York: Dover Publications, 1960).

Bixby, William, *The Universe of Galileo and Newton* (New York: Harper & Row, 1964).

Bryson, Bill, *A Short History of Nearly Everything* (New York: Random House, 2003).

Cohen, I. B., "Newton," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

Fara, Patricia, *Newton: The Making of Genius* (New York: Columbia University Press, 2004).

Fauvel, John, Raymond Flood, Michael Shortland, and Robin Wilson, editors, *Let Newton Be!* (New York: Oxford University Press, 1989).

Guillen, Michael, *Five Equations That Changed the World* (New York: Hyperion, 1995).

Harrison, John, *The Library of Isaac Newton* (Cambridge, U.K., Cambridge University Press, 1978).

Jennings, Byron, "On the Nature of Science," July 27, 2006; see xxx.lanl.gov/abs/physics/0607241.

Keynes, John Maynard, "Essays in Biography: Newton, the Man," in *The Collected Writings of John Maynard Keynes*, volume 10 (New York: Macmillan/St. Martin's Press, 1972), 363–364.

Keynes, Milo, "The Personality of Isaac Newton," *Notes and Records of the Royal Society of London*, 49(1): 1–56, January 1995.

Pickover, Clifford, *Time: A Traveler's Guide* (New York: Oxford University Press, 1998).

Storr, Anthony, "Isaac Newton," *British Medical Journal*, 291: 1779–1784, 1985.

Tipler, Paul, *Physics* (New York: Worth Publishers, 1976).

Westfall, Richard, *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton* (New York: Cambridge University Press, 1983).

Westfall, Richard, "Newton's Scientific Personality," *Journal of the History of Ideas*, 48(4): 551–570, October/December 1987.

Williams, Dudley, and John Spangler, *Physics for Science and Engineering* (New York: Van Nostrand, 1981).

أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

لم يكن نيوتن السبّاق لفتح عهد العقل وزمن المنطق وحقب التنوير، ولكنه كان وبحق آخر السحرة العظام وآخر حملة مشاعل المعرفة وأصولها البابلية والسومرية القديمة، وكان بلاشك آخر ذهن عظيم وصاحب آخر عيون نظرت إلى العالم بمثل ما نظرت إليه عيون من شمروا عن سواعدهم وقدحوا أذهانهم لبناء موروثنا الحضاري والفكري والإبداعي ومنذ ما لا يقل عن عشرة آلاف سنة خلت....

– لقد بدا الكون بأكمله لعيني نيوتن وكأنه أحجية عظيمة، بل لغزا كبيرا، وأعتقد أنه بإمكانه فك طلاسمه والاطلاع على حبكته باستخدام الفكر المنطقي المجرد وبالاستناد الى بعض الأدلة التي تركها لنا الخالق (سبحانه وتعالى) وبطريقة تشبه (لعبة صيد الكنز – والتي تدلّ كلّ اشارة أو علامة فيها على معنىً خاص يهديك إلى آخر حتى تصل إلى هدفك). لقد اعتبر نيوتن العالم عبارة عن مجسم أو تصميم عقلاني هائل وضعه الموجد العظيم (تبارك وتعالى) لنا لنتعرف عليه ونستكشفه.

كينز

John Maynard Keynes (Newton، the Man)، The Collected Writings of Tohn May nard Keynes.

مقتطف من كتابه (نيوتن الرجل).

– صيغ قانون نيوتن في الجذب العام بالاستناد إلى حصيلة واسعة من الملاحظات ؛ تضمنت من مُجمل ما تضمنته دراسة مدارات الكواكب في سباحتها ضمن أفلاكها حول الشمس وحساب مقدار تعجيل الأجسام عند اقترابها من جرم الشمس. غالباً ما يعبّر عن قوانين الفيزياء بمعادلات رياضية رشيقة يمكن استخدامُها للتنبوء بكافة الحالات والاحتمالات التي يتضمنها مجالها، وقد أثبتت الحقيقة أن في تعلم علوم الفيزياء وفي محاولة فهم الرياضيات المصاحبة لها في نفس الوقت فائدة جمة للمتعلمين، لأن هذا الأسلوب سيساعدُهم حتماً على تطبيق استخدامهم للرياضيات لحلِّ كافة النماذج والمسائل الفيزيائية كل نموذج أو مسألة فيزيائية معينة وفي ذلك تسهيل رائع للتمكن من الموضوعين.

تبلر

Paul Tipler، Physics

مقتطف من كتابه (الفيزياء).

- لا يمكن اعتبار بعض القوانين قوانينا بالفعل وإنما هي تعاريف فقط،

خذ مثال:

$$\mathbf{F} = \mathrm{d}\mathbf{p}/\mathrm{d}t$$

(وهـو قانـون نيوتن الثاني في الميكانيك)، فهو ليـس قانونا أبدا، ولكنه تعريفاً رياضـياً للقوة (ابتكره نيوتن بنفسه).

تعريف القانون الفيزيائي - عن الويكيبيديا.

- لقـد ابتكر كل من نيوتـن وبطليموس وكوبرنيكوس نماذج علمية تمكّن من التنبؤ بحركة الكواكب بدقة لا بأس بها مطلقا. ولكن هناك اختلافا جوهريا فيما قدمه نيوتن عن سلفيه ؛ ففي حين يدّعي أو يضفي البعض صـفة الوصـف على نماذج كل من بطليموس وكوبرنيكوس، امتازت نماذج نيوتن بأنها تفسيرية وكمية، ولكني أعتقد (بغية الدقة والعلمية) إن ما جاء به نيوتن هي مرحلة أعلى وأرقى من التجريد، فلقد وظف نيوتن أفكارا كانت أبعد ما تكون عن كونها مجرد مشاهدات.

جيننكز

Byron Jennings، (On the Nature of Science).

مقتطف من كتابه (حول طبيعة العلم).

-آمن كل من (ديسكارتيه – Descaretes) ونيوتن بأن الله (عز وجل) هو الذي خلق قوانين الطبيعة... وبالاستناد إلى هذا المنظور، فإن كافة الأجسام المادية (كالكواكب والنجوم) لابد وأن تتصرف وفق تلك القوانين، وذلك لأنها وبسـاطة جمادات لا تملك إرادة التحرك أو القرار بنفسـها. لقد انحصرت قابلية الإرادة واتخاذ القرارات والتصرف الحر بالله (سبحانه جل وعلا) وبعض الكائنات السامية التي خلقها كالإنسان والملائكة...

ولكـن منعطفا مهمـاً كان قد حدث في القـرن الثامن عشر والذي نبعت منه الفكـرة العلمانية لنظرية السـلطة الإلهيـة على الكون والتي اسـتبدلت فكرة الإله (سـبحانه) كالمحرك الوحيـد للكون والموجد الخالص للكل القوي، وابتدأت فكرة (قوى الطبيعة) كمصدر لها.

ألس

Brian Ellis، The Philosophy of Nature، A Guide to the New Essentialism -

مقتطف من كتاب (فلسفة الطبيعة).

– لقد دأب نيوتن على البحث والدراسة والاكتشاف والاختراع ونذر نفسه للعلم والدين والفلسفة والرياضيات وبقية العلوم، لا لشيء وإنما لتحقيق غاية واحدة أثيرة على نفسه لم يكن ليقنع بأقل منها، ألا وهي التعرف على إشارات الإله (عز وجل) (السرية!) ورسائله لخلقه... وفوق وقبل كل ذلك كان لنيوتن رغبة وشغف لا يقاومان لمعرفة تاريخ انتهاء العالم، وعندها أعتقد بقيامة السيد المسيح (عليه السلام) لإنشاء وحكم مملكة الإخاء والمحبة لمدة ألف عام على الأرض – والتي يفترض أن يتبوأ هو فيها – كما اعتقد منصباً قيادياً متميزاً كأحد القديسين وحكماء العالم، وقد تشربته تلك الفكرة إلى الدرجة التي توصل في حساباته بأن الطامة الكبرى (Apocalyps)[1] ستأتي حتما في عام (2060).

سبيرو

George G. Szpiro، The Secret Life of Numbers.

مقتطف من كتابه (الحياة السرية للأرقام).

– لعل نيوتن كان أول من وضع مفهوم وجود سبعة ألوان أساسية في طيف الضوء الأبيض وكان المسؤول عن ابتكاره، وقد كان أيضا عظيم الشغف والاهتمام بالتناسق والإبداع الموسيقي وعليه كان هناك سبع نغمات متميزات في السلم الموسيقي. لقد نجح نيوتن في تقسيم الطيف الضوئي إلى سلالم بعرض متناسق مع نسب الأرقام الصغيرة الكاملة الموجودة فيه.

لونكير

Malcolm Longair، (Light and Colour) in Trevor Lamb and Janine Bourriau's (Colour، Art & Science)

مقتطف من كتابه (الضوء واللون) والمذكور في كتاب (اللون، الفن والعلم).

– يعترف ويقر العلم بأنه لم يتمكن ولحد الآن من معرفة السبب الحقيقي لكيفية تولد الجاذبية رغم

(1) راجع معنى الكلمة على صفحة (247) من هذا الكتاب. (المترجم).

كوننـا علـى وعي تـام بتأثيراتها، وإلى حد هـذا اليوم لا نمتلك بين أيدينا سـوى الرياضـيات كأداة فعالة للاستقصاء وربما نستطيع حسم طبيعتها وإدراجها ضمن خانة القوى ما دون الذرية حالها حال الظاهرة الكهرومغناطيسية.

هوكنبري

John Hockenberry، (What Causes Gravitys) Wired -
Magazine، February،2007.

مقتطف من مقاله (ما الذي يسبب الجاذبية؟)

– لقـد احتل نيوتن – وعن جدارة – مركز أعظم عبقريـة خلاقة في تاريخ الفيزياء بلا منازع. لقد بزّ كافة مشـابهيه وتفوق عليهم فكان له كأس السـبق على كل من (اينشتين وماكسويل وبولتزمن وكبس وفينمن) وغيرهم من الفطاحل، حيث لم يمتلك أي منهم قابليات (نيوتن) وإنجازاته في المجالات النظرية والتجريبيـة والرياضـية مجتمعةً. وإذا ما تحقق حلم السـفر عبر الزمن ورغبت السـفر راجعاً إلى القرن السابع عشر وحدث أن قابلت (نيوتن) وتابعت سيرة حياته فإنك ولاشك سوف تقع على إنسان وكأنه مؤدٍ على خشـبة مسرح، غضب على جمهوره وأزعجهم فكالوا له الغيظ والوعيد ولكنه سحرهم بعد ذلك إذ تبين لهم أنه عبارة عن ملاك فريد له في غنائه سحر هاروت وهو يعزف على مزامير داوود.

كروبر

William H. Cropper، Great Physicists.

مقتطف من كتابه (فيزيائيون عظام).

– لم يكن قانون الجاذبية ولا الجاذبية ذاتها موجودان قبل أن يُخلق (اسحاق نيوتن)، وما أعنيه بذلك هو أن منشأ ومربض ومنطلق أي قانون (بما في ذلك قانون الجاذبية) لابد وأن يكون عقل المبدع ذاته لاغير. لا أرى القوانين إلا أشباحا تجسدها عقول الناس لتراها أعينهم وتحس بها جوارحهم لاغير!

برسك

Robert Pirsig، Zen and the Art of Motorcycle Maintenance.

مقتطف من كتاب (زين وفن صيانة الدراجات).

الفصل الثاني

1800 - 1700



• أين يتعين علينا البحث يا ترى لنجد ونكتشف أسس (الحقيقة) ومبادئها؟؟

يعتقد اينشتين، (ويمثل هذا الاعتقاد إيمانه الراسخ وجوابه القاطع عن الاستفسار السابق) بوجود (الحقيقة) في العالم الذي يُحيط بنا، أما مبادؤها وقوانينها فهي من صناعة الفكر ومن نتاج الذهن ولا وجود لهما إلا فيهما. لقد أصر ودافع عن وجهة النظر القائلة، بأن على (النظريات العظيمة) أن تُفسّر أكبر كمية ممكنة من (الحقائق)، باستعمال أقل عدد ممكن من المبادئ والرموز.

هذا وكلما زادت رشاقة وبساطة نظرية ما وزاد قبولنا بها، كلما ابتعدت (شكلاً) عما تمثله، وزادت قرباً وصدقاً في تعبيرها (رياضياً) عما يحيط بنا من ظواهر وأحداث في كوننا الذي نعيش فيه. وكنتيجة منطقية لأسلوب النقاش السابق، لابد وأن يكون الشكل النهائي لمجمل العلم (وحسب وجهة نظر اينشتين) عبارة عن مبدأ واحد وشامل متماسك، رشيق وبسيط ومُعبّر، يستطيع أن يُقيّم نفسه بنفسه، كما يُمكنه التعبير عن (كلِّ) الحقيقة بذاته، كما ويمكننا استنتاجها كاملة منه.

كفتر

Amanda Gefter، (Power of the Mind)، New Scientist، 188 (2529)، 54، December 10، 2005.

مقتطف من مقالته المنشورة بعنوان (القدرة الذهنية).

• تنص (نظرية اينشتين العامة في النسبية) على حرية وصحة التعبير عن كافة قوانين الحركة (وهي قوانين الاستمرارية، والفعل ورد الفعل والتعجيل)، ضمن أي نظام تسارُع أو تباطؤ. وبناء على ما سبق فإن في اختيار الأرض كمركز للكون من عدمه تبقى قضية (رغبة في ذلك) أو خاضعة (لسهولة الاستخدام)، وتنتفي من كونها مسألة حق أو باطل، أو صحٍ أو خطأ.... ولكن السؤال المحيّر الباقي هو ما الذي نقصده بالضبط من (رغبتنا في افتراض) هذا النموذج أو ذلك، وما نعنيه (بافتراض سهولة القياس) باستعمال هذه النقطة كمرجع، أو تلك...

جننك

Byron Jenning، (On the Nature of Science)

مقتطف من كتابه (حول طبيعة العلوم).

• ينص (قانون هوف ستدتر – Hofstadter's Law) على أن الوقت (الحقيقي) المستغرق للقيام بأي عمل، أو لأداء أي واجب لابد وأن يكون أطول مما هو متوقع، هذا حتى لو أخذنا هذا القانون ذاته بنظر الاعتبار.

ستدتر

Douglas R. Hofstadter، (Metamagical Themas، Questing for the Essence of Mind and Pattern).

مقتطف من كتابه (مآرب سحرية ، تساؤلات عن ضرورة الفكر والنموذج)

• لايزال الكثيرون مؤمنين بالتصميم والتركيب الرياضي للطبيعة والعالم والكون. قد لا يرون حرجاً في الاعتراف بقصور العديد من أمهات النظريات الرياضية التي وُضعت لتفسير مختلف الظواهر الفيزيائية، ولكنهم مؤمنون بالمقابل بحقيقة السعي الحثيث للعلماء والفيزيائيين، ليس فقط في تطويرها لغرض ضم أكبر عدد من الظواهر تحت مظلتها (وقد نجحوا في ذلك فعلاً...)، وإنما حتى بجعلها أكثر دقة في تصوُّرها وقياساتها لها. وبناء على ما سبق أجد، ويجد الكثيرون معي، أنه كان من البديهي أن يقوم البناء الميكانيكي الحركي الذي ابتدعه (نيوتن) باحتلال الموقع الذي كان قد سبقه إليه النظام الأرسطي (نسبة إلى الفيلسوف ارسطو طاليس). وكان من البديهي أيضاً أن يُخلي (نظام نيوتن) مكانه لمستلزمات ولضروريات (النظرية النسبية لاينشتين) التي فاقته دقة وشمولية. والآن، ألا يقودنا نقاشنا السابق إلى الاستنتاج البديهي بأن هناك شيئاً من (النظام والمنطق) في هذا الكون؟ وإننا نقترب أكثر من إدراك (الحقيقة)؟؟

كلاين

Morris Kline، (Mathematics، The Loss of Certainty)، 1980.

مقتطف من كتابه (الرياضيات وضياع اليقين).

قانــون برنولي لحركــة الموائــع

BERNOULLI'S LAW OF FLUID DYNAMICS

سويسرا 1738

حيث قضى برنولي جل حياته.

الطاقة الكلية لمائع متحرك (وتساوي مجموع ضغطه وطاقتيه الحركية والكامنة) ثابتة.

إن زيادة سرعة جريان أي مائع في أنبوب، لابد وأن تؤدي إلى انخفاض ضغطه.

محاور ذوات علاقة:

قانون برنولي – يولر – (BERNOULLI – EULER LAW).

من أحداث عام 1738:

– اخـترع الساعاتي الألماني (فرانزكـترر– Franz Ketterer) الساعة الدقاقة (بصوت الديك – كوكو كلوك).

– ولد الفيزياني الفرنسي (جوزيف كيولوتن–Joseph Guillotin) مخترع (الكيولوتن) وهـي آلة المقصلة التـي عُرفت باسمه، ولما أصـرت الحكومة الفرنسية على إقـران اسم الآلة الجديدة باسم مخترعها قررت العائلة تغيير اسمها إلى الأبد.

نص القانون وشرحه:

تتزامن زيادة إزاحة المائع المحصــور دائماً مع انخفاض ضـغطـه، فـإذا ما تخيلنـا أنبوباً ينقل المـاء من خـزان أعلـى مرتفعٍ إلـى آخر أسفلـه، فلابـد أن نفكـر بوجود بعض التباين فـي ضغــط مختلف نقــاط السائل الهابط داخله. استطاع [دانيـال برنولي (1742 – 1700) Daniel Bernoulli] اكتشاف القانون الذي يربط سرعة تدفق سائل معين في أنبوب ما بضغطه وارتفاعه، بحيث صار يُكتب القانون المعروف باسمه في الوقت الحاضر كما يلي:

$$\frac{v^2}{2} + gz + \frac{p}{\rho} = C.$$

حيث يمثل (v) مقدار إزاحة السائل، و (g) مقدار التعجيل الأرضي، و (z) ارتفاع أي نقطة من نقاط السائل المراد قياسها، و(p) ضغطها، و(ρ) كثافة السائل و (c) ثابت. لقد توصل علماء السوائل قبل **(برنولي)** إلى فهم حقيقة تحول جزء من طاقة أي مائع أو أي جسم متحرك نحو الأعلى إلى طاقة كامنة فيه يفقدها حين الهبوط، كما أدرك هو **(برنولي)** بطريقة مماثلة أن طاقة السائل الحركية يمكن أن تترجم إلى ضغط.

يفترض التطبيق المثالي لـ **(قانون برنولي)** مائعاً مثالياً لا يتغير حجمه باختلاف الضغط المسلط عليه ويسير انسيابيا بتيار خال من الدوامات خلال أنبوب مغلق بإحكام، ولكن بالنظر لحيود كافة الموائع الطبيعية (بدرجة أو بأخرى) عن صفات المائع المثالي... فلابد لنا أن نتوقع نتائج تقريبية عند تطبيق هذا القانون عليها. ومن صفات المائع المثالي الأخرى هي استحالة انضغاطه وخلوه من اللزوجة (أي انعدام الاحتكاك بين جزيئاته)، وباستحالة الحصول واقعيا على المائع المثالي فغالبا ما نستبعد الحصول على النتائج المثالية من تطبيق القانون السابق. ومع ذلك وعلى وجه العموم يعتبر دقيقاً جداً في حساب حركة أجزاء المائع المنسابة أو المتدفقة بعيدةً عن أسطح الأنابيب والحاويات الداخلية الناقلة له والتي قد تسبب احتكاكا بتماسها مع جزيئات المائع القريبة منها، كما بالإمكان الاعتماد على تطبيقاته في الغازات والسوائل الرقيقة القابلة للانضغاط وعلى الموائع المتحركة بتأثير الضغط المسلط عليها (حيث يختلف تصرفها باختلاف كثافتها). وفي مثل هذه الحالات لابد من إضافة عامل زيادة الطاقة الداخلية لكل وحدة كتلة إلى يسار المعادلة.

يمثل النص الأصلي **(لقانون برنولي)** تطبيقاً ضمنياً إضافياً له، بمعنى تركيزه على انخفاض ضغط سائل عند زيادة إزاحته، ولذلك تأثير شائع تنبأ به (برنولي) وهو إمكان ملاحظة (انشفاط) الستارة البلاستيكية الخفيفة لحمام صغير حال شروع الماء بالانصباب من (دوش الرأس). وتفسير ذلك هو الزيادة الملحوظة في سرعة الماء الهاطل من مصدره وزيادة سرعة حركة الهواء المصاحب له الأمر الذي يخفض ضغطه فيه، فتندفع ستارة الحمام الخفيفة إلى داخله بسبب فرق ضغط الهواء المسلط على جهتيها. وهناك العديد من التطبيقات العملية لهذا

القانون كمجـالات تصميم الطائرات واختبار أجنحتها وأجسامها في الأنفاق الهوائية وفي تصميم وتحسين وتحوير الأجنحة وريش المحركات النفاثة وزعانف القيادة الخلفية التي تزيد من استقرار الطائرات أفقيا في الهواء، وفي دراسة أشكال وأوضاع زعانف الأسماك الجانبية وأثرهـا علـى اندفاعها إلى الأمام واستقرارها عموديا في المـاء. كما يستخدم هذا القانون في دراسـة تصرف الدوامات الهوائية عند تصميم ريش محركات وأجنحة الطائرات الفوقصوتية وأجهـزة حساب سرعتها وسرع اندفاع غازات الاحـتراق من عوادمها وهو العلم المعروف بفيزياء (الايروداينامكس).

يعتبـر اختراع حنجـرة فنتـوري (Vonturi Throat) واحـدا مـن التطبيقـات المهمـة لقانـون برنولـي والتـي اكتسبـت اسمهـا من اسم [(جيوفـاني باتستا فنتوري Giovanni Battista Venturi 1746) -(1822] وهـو فيزيائـي إيطـالي اكتشف التأثـير المعروف باسمه) والمستخدم في عدة تطبيقات... وتعتبر مبخرة الوقود في السيارات (Carburator) إحداها. ففـي داخلها جزء متضيق (ينخفض ضغط الهواء داخله حسب (القانـون السابق) متصـل بأنبوب... أحد طرفيـه في خزان الوقود والآخـر يتصل بأنبوب سحـب الهـواء إلى الماكينة، يعمل على امتصاص الوقود من الخـزان وتبخيره، ويجعل مزجه مـع الهواء داخل المبخـرة (Carburator) ودفعه إلى داخل أسطوانات المحرك ممكنا. كما يُطلـق اسم هـذا العالم كذلك على أي أنبوب أقل قطرا يوضع متصـلا بأنابيب نقل السوائل، فبقياس مقدار ارتفـاع السائل في هذا الأنبوب المركب عموديـا على مساره يمكن حساب إزاحة السائل المار خلال الأنبوب الأصلي وقياس ضغطه وبالتالي يمكن حساب حجم السائل المنقول من وإلى مصدر معين بالاستناد إلى (قانون برنولي) الذي ينص على **انخفاض ضغط أي سائل وارتفاع سرعته عند مروره بجزء متضيق على مسار الأنبوب الناقل.**

ولعـل خير تطبيق منزلي لتأثـير (فنتوري) هو بمحاولة كبس فُوهـة خرطوم مياه ليّن لسقي الأزهـار الأمـر الذي يزيد من بعد المسافة المروية، فلو تمكنا من تسليط الضغط المناسب عليها لأمكن ملاحظة استمرار تماسك شفتيها حتى بعد إزالة ضغط الأصبع عنها. تُفسّر هذه الظاهرة

استنادا إلى حقيقة انخفاض ضغط السائل داخل الخرطوم المضغوط نتيجة لزيادة سرعته فإذا ما بلغت السرعة حدا معينا فإن الضغط داخله سينخفض إلى الدرجة التي سيحافظ معها على استمرار انسداد فوهته.

ولنا أن نتذكر (كلما ارتفعت بنا الطائرة) أن زيادة سرعة الهواء أعلى جناحها المحدب وانخفاض ضغطه، نسبةً إلى بطء حركته تحته وارتفاع ضغطه هو ما يعمل على رفع الجناح إلى الأعلى فتطير. أما رفع زعانف الجناح إلى الأعلى فيخفف من سرعة الهواء أعلاه فيرتفع ضغطه نسبة إلى ضغط الهواء أسفل منه فتهبط.

للفضوليين فقط:

• عصى كل من الأب (جوهان برنولي) والابن (دانيال برنولي) أوامر والديهما الصارمة بترك كل ما يتعلق بالرياضيات وبحوثها وترفها ورفضا استبدالها بمهنة عملية مرموقة أخرى ومستقبل مضمون.

• خاض خيال (برنولي) وتعملق طموحه فكتب عن كل ما تاقت إليه نفسه وخامر فكره حتى أسهب في إحدى مقالاته في حساب المعادلات اللازمة لاستنباط العلاقة الرياضية بين سرعة اندفاع سفينة في عباب بحر وعدد جذافيها.

• نشر في عام (1738) مقالته الموسومة: (إماطة اللثام عما جد في نظرية حساب المخاطرة)، ناقش فيها حساب احتمالات المخاطرة المالية وعلاقتها بمقدار السعادة والقناعة الناتجة عن اقتناء سلعة ما... أو خدمة معينة.

أقوال مأثورة:

– يمكنك اعتبار الكون مكونا من مجموعة ظواهر، والظاهرة هي أساس المعرفة، والأخيرة هذه هي تربة نمو الفلسفة وازدهارها. ولكني على يقين أنه لا فائدة من كل ذلك بلا رياضي

يتقن صياغة ما سبق على الورق.

Daniel Bernoulli، Letter to John Bernoulli III

(من رسالة لدانيال برنولي إلى جون برنولي الثالث) في 7 يناير- كانون ثان - 1763.

– تجري مياه الجداول الصغيرة إلى الغدران التي تصب بدورها في النهيرات التي تُغذي مجاري الانهار، وهذه الأخيرة هي التي تنشئ الخلجان التي تصبُّ في البحار.... وكذلك إسهامات العلوم والتقنية.... تبدأ صغيرة دقيقة بجهود فردية، تتظافر وتستحكم حلقاتها حتى تؤكدها التجارب فتصبح أهلا لأن تصبّ في بحر العلم العظيم. وإذا ما اعتبرنا موضوع (ميكانيكا الموائع) بحراً عظيماً زاخراً بالعلم وبالتجارب فلابد لنا أن نعترف بإسهامات (برنولي) الفذة فيه والاعتراف بفضله عليه، فهو صاحب أول سفر في هذا الاختصاص.

ج. أ. توكاتي

G.A. Tokaty، (History and Philosophy of Fluid Machanics).

(ج. أ. توكاتي - من كتاب (تاريخ وفلسفة حركة الموائع).

– ينتمي (دانيال برنولي) إلى عائلة علمية عريقة قدمت ما لا يقل عن ثمانية من أبدع الرياضيين خلال ثلاثة أجيال. يوصف ثلاثة منهم [جيمس الأول (1754 1705–) [James I – و [جون الأول (1748 – 1667) John I] وصاحبنا (دانيال) بالألمعية الرياضية، من الطراز الأول على أقل تقدير.

س. ل. زابل

S. L. Zabell، in John Eatwell et all's (Utitity and Probability)

(س. ل. زابل - في كتاب (الاحتمالية والاستخدام - لجون اتول وآخرين).

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

[دانيال يوهان برنولي (1782 – 1700) Daniel Johaun Bernoulli]: طبيب ورياضي وفيزيائي سويسري ولد بألمانيا واشتهر بتنوع اهتماماته واشتغاله في مختلف مجالات

الرياضيات وميكانيك الموائع وأنظمة التذبذب ونظرية الاحتمالات والإحصاء.

لابد من اعتبار شخصيتنا لهذا الفصل من أكثر الشخصيات العلمية موهبة وأشملها تحصيلا واطلاعا، فهو سليل عائلة سويسرية عريقة برعت بإنجاب المتميزين في حقول الرياضيات، فلم يقصـر (دانيال) أبحاثه على دراسة الموائع، وإنما تشعبت اهتماماته لتشمل الرياضيات وعلوم الأحياء والفيزياء والفلك.

ولعـل في سيرة حياة والده [يوهـان برنـولي (1848 – 1667) – Johann Bernoulli] من الأهميـة والفائدة ما يثري الحديـث عنه شخصياً. كان (يوهان) هذا رياضيـاً لامعا، وكأن دماغه قد اعتصـر خلاصة عقـول هذه العائلة الفـذة واختزنهـا. عمـــل ببراعـة مع أخيـــه [يعقوب برنولي (1705 – 1654) –Jacob Bernoulli)] علـى سـبر غـور الرياضيـات وتطويـر علم الهندسة التحليليـة وحسـاب التفاضل. بـرع الأخوان بعملهما وشغفـا به حتى باءت كافـة جهود والدهما لإرشادهمـا (بـل ولإجبارهما) على تبني الأعمال التجارية مهنـة لكسب لقمة العيش بالفشل. ظل (يوهـان) متمسـكا بهدفه في الحياة، وقرر تبني المنحى الأكاديمي والاستمـرار في دراسة الرياضيات والإبداع فيها.

تجـري الرياح بما لا تشتهـي السفن ؛ راوغ القـدر (يوهان) وأعد له حبائلـه وخبأ له ما لم يتوقعه، الأمر الذي أثار جم غضبه ونقمته، إذ سرعان ما أغمد أخوه (يعقوب) خنجر الخيانة في ظهره مما دفعه إلى الانفصال عنه ناقماً شامتاً على ما لم يكن في الحسبان.

كان (يعقـوب) هذا كثيـر الحسد لأخيه ولم يكن يطيق علاقته الطيبـة بالعالم (لينز) وخشي أن يتفـوق أخيه الأصغر (يوهان) عليه ويبزه في موضوع الرياضيات، فعمل كل ما في وسعه لإطفاء جذوة العبقرية عنده ووضع العصي في دواليبه. لقد بلغ الكره والحسد (بيعقوب) في عام (1695) أن راود أساتذة وعمداء جامعة (بال) السويسرية وأغراهم، بل وعمل المستحيل لحثهـم على رفض طلب أخيه يوهـان للانضمام إلى هيأتها الأكاديميـة، حتى فت عضد هذا الأخير بأخيه وصدم من عمله ويأس من إصلاحه.

ومـن سخرية القـدر أن تُورّث عبقريـة الرياضيات مع ضغينة الحسـد والكراهية إلى الجيل

التالي مـن (عائلة برنولي). ولد (دانيال) في مدينة (كرونجين -Groningen) في هولندا، وتربـع والده على كرسي الأستاذية في الرياضيـات في جامعتها ولما يبلغ هو عامه الخامس. لم يَطِـبْ المقـام للعائلة في (هولندا) حتى عادت أدراجها للعيشـ في وطنها الأم في مدينة (بال) السويسريـة. نضجت بذرة الخلاف والعصيـان بين الوالد وابنه وقـوتْ أشواكُها، وطرحت علقمَها في وقت مبكر، فكما جاهد والد يوهان (جد دانيال) على محاربة ولده وثني عزمه عن متابعة ولعه في دراسة الرياضيات وإرغامه إلى الاتجاه إلى الأعمال التجارية، جاء دور (يوهان) الوالـد ليلعب دور والده ويبذل ما بوسعـه لثني عزم ولده (دانيال) عن متابعة شغفه في دراسة الرياضيات والاستمتاع بها. وكأن التاريخ يعيد نفسه؛ ساق الوالد أعذار الجد بأن لا مستقبل للرياضيات كمصدر رزق كريم، ولا مناص من الاشتغال بالتجارة لكسب لقمة عيش هنية!

لم يدخـر (يوهـان) الأب جهداً في سبيل حرمان ولده (دانيال) من التعليم فحسب وإنما اختط له (دون رضاه) مستقبله وبذل ما في وسعه لتزويجه ضد إرادته. كاد القدر أن يقضي على مستقبل هذا الرياضي الألمعي (دانيال) لولا ما منحه إياه بالمقابل من خصلة عناد يكاد لا يفت عضدها الصخر.

سـرد المؤلف (ميشال كولين - Michael Guillen) يصف هذه الحقبة من حياة دانيال في كتابه الرائع: (خمس معادلات غيرن وجه العالم) قائـلاً:

((قرر دانيـال - ومن دون ســابق إنذار - التصـدي الحازم لكل خطط والده لاختيار وتقرير مستقبله العملي والاجتماعي، فمع الوالد المُصرّ لن يفيد الفرُّ فقرر الكَرّ. شرعت طبول حرب الأب وابنه تقرع وقتما بلغ السيل الزبى، وحين أيقن (دانيال) أن سعي والده في تنفيذ خططه لم يكن ليُثني، فقد كان الوالد - وكأنه الوسيط الإلهي المكلف بتنفيذ قدر ولده وسوقه لمصيره المحتوم - قد أعد العدة كاملة لتدمير ابنه ومسـتقبله فعمد إلى تسـجيله في مدرسة للتجارة، وخطب له إحدى الصـديقات، وأكمل المراسيم لتزويجه خلاف رغبته. أضف إلى كل ذلك حربه المسـتعرة بلاهوادة لكل ما يمت لحب الفتى واهتمامه وشغفه العميم بالرياضيـات وسعيه الدؤوب لدراستها بصلة، وواظب على معاملة نجله تلك المعاملة المشينة لسنين عدة)).

طفح كيل الفتى، فجابه والده بالعصيان، ورفض كل ما أعده له من برامج، وتوسل إليه أن

يمنحـه موافقته لإكمال دراسته في الرياضيات، مكمـن شغفه وينبوع اهتمامه، واستمر على هـذه الحـال حتى توصل الطرفان وبعد سجـال طويل مرير لم تذق العائلـة على ناره لا طعم الراحـة ولا حلو الهناء، إلى اتفاق مؤداه أن يتوقف الوالد عن عناده في إخضاع ولده لدراسة التجـارة واتخاذها مهنة للمستقبل مقابـل أن ينقاد الولد لرغبة أبيـه ويشرع بدراسة الطب. ولكـن هيهات أن يعود الماء المسكوب إلى كأسه فقد ظـل الوالد العنيد متعلقا بأمل ثني ولده عن شغفه بالرياضيات رغم اتفاق الشرف بينهما. ظلت سماء العلاقة بينهما مكفهرة وغيوم الغيض ملبدة حتى كان للزمن أثره في دمل جراح الخلاف بينهما، فبعد انصياع الولد لرغبة أبيه وشروعه في دراسة الطب، لان عود الوالد، وفتر عناده فاقترح أن يتولى بنفسه تدريس ابنه الرياضيات وأسرارها مقابل مواظبة الولد على دراسة الطب وسبر أغوارها.

مرت الأيام، ودارت عجلة الزمن، وصلب عود الفتى دانيال في مسقط رأسه (مدينة بال السويسرية)، وصار يبذل جهدا استثنائيا للاستزادة من دراسة الفلسفة والمنطق وإدامة ولعه بالرياضيات حتى كُتب لـه التوفيق فنـال درجتي الماجستير (عـام 1716) والدكتوراه (عـام 1721) في الطب، وقد كانت أطروحتـه حـول ميكانيكية التنفس في الإنسان مزيجا فذاً، واعتـبرت سفرا ذكيا سطعت من خلاله موهبتيه في الطب والرياضيات. لم يتوقف طموحه، ولم يفتر إصراره، فانكب على دراسة الرياضيات، ونشـر العديد من بحوثها، حتى ذاع صيته وانتشر فبلغ أصقاع روسيا بل وعبر. لقد سبقته شهرته إلى هنـاك حتى تقدمـت اكاديمية سانت بطرسبرك (القديس بطرس) عـام (1724) بطلب استضافته إلى روسيا، وتوجت دعوته برغبة شخصية من (كاترين الأولى)، أمبراطورة روسيا لاستضافته.

تعـد السنـون الثمان التـي قضاهـا (دانيـال) فـي روسيـا في أكاديمية سنت بطرسبرك (1733 – 1725) محاطـا بكنف الأمبراطـورة، من أينع سني حياته إبداعـا وإنتاجا فقد نشر خلالها أفخر أعماله حول حركة الموائع والتذبذب ونظريات الاحتمالات.

حنّ الأب العنـيد فـي أواخـر أيامـه، ونـدم علـى سـوء معاملتـه لولده، فكتب إليه يرجوه الغفران، ويلتمسه استضافة الرياضي السويسري [ليونارد يولر (1783 – 1707) – Leonhard Euler] عنده في روسيا ليساعده في عمله. تبنى (دانيال) رغبة أبيه وصادق

(يولر) واطمأن له وعملا معا حتى أثبتت الأيام أنها لم تنجب رياضيا لامعا متنورا أكثر عبقرية من (يولر) هذا فتوطدت عرى الصداقة بينهما.

تململت بذور الشر ولاحت لعناتها التي تمكنت فعلا من تقمص هذه العائلة الفذة وأفرادها، فصبّت وسقت كأس علقمها هذه المرة (لدانيال) الابن على يد (يوهان) الأب الحنون و(يولر) الصديق الوفي. أنهى (دانيال) عمله الفذ الموسوم (الهيدروديناميكا) قبيل عام (1734)، ولكن لسبب أو لآخر تأجل نشره حتى عام (1738). ناقش الكتاب وبإسهاب العلاقة بين إزاحة السوائل والضغط المسلط عليها، ووضح (دانيال) فيه قانونه الشهير الذي ينص على **العلاقة العكسية بين ضغط سائل ومقدار إزاحته**. ومن المنصف القول بأن مصطلح (الهيدروداينامكس – Hydrodynamics) ويعني فرع الفيزياء المختص بحركة الموائع كان قد استُلهم من عنوان عمل (دانيال الابن) المنشور في كتابه والذي صدر بنفس الاسم تقريباً (الهيدروديناميكا – Hydrodynamica). التهب صدر الأب غيظا وحسداً على


DANIELIS BERNOULLI Joh. Fil.
Med. Prof. Basil.
ACAD. SCIENT. IMPER. PETROPOLITANÆ, PRIUS MATHESEOS SUBLIMIORIS PROF. ORD. NUNC MEMBRI ET PROF. HONOR.
HYDRODYNAMICA,
SIVE
DE VIRIBUS ET MOTIBUS FLUIDORUM COMMENTARII.
OPUS ACADEMICUM
AB AUCTORE, DUM PETROPOLI AGERET, CONGESTUM.

ARGENTORATI,
Sumptibus JOHANNIS REINHOLDI DULSECKERI,
Anno M D CCXXXVIII.
Typis Joh. Henr. Deckeri, Typographi Basiliensis.

الصفحة الأولى من الفصل الأول من كتاب دانيال برنولي، المعنون (الهيدروديناميكا والمنشور في عام (1738).

إثـر النجـاح الذي أحرزه كتاب ولده آنف الذكر، فعمـد إلى نشر كتاب باسمه هو تحت عنوانـه (الهايدروليكا – Hydraulica) والذي حرف تاريخ طباعته إلى عام (1732) ليظهـر وكأنه نشر قبل كتاب ابنـه (الهيدروديناميكا). وإمعانـا في الكيد والضغينة عمد الأب إلى (الصديـق الـوفي) الـذي سبـق أن أرسله والتمسـ ولـده لاستضافته عنده في روسيا لمساعدته، وأقنعه بكتابة المقدمـة لكتابه هو (الهيدروليكا) حبكا للمكيدة. صدّر (ليونارد يولر) كتاب الوالد بديباجة بديعة وقدم له بالمقدمة التالية: **(لقد هالتني وأدهشـتني انسـيابية ودقة تطابق تجاربي المعملية مع توقعاتك النظرية وقوانينك الفذة. هذه التوقعات والقوانين التي أماطت وبلا أدنى شـك اللثام عن العويص والدقيق من معضـلات هذا العلم... ولذلك اسمح لي أن أتنبأ بأن يتصـدر اسـمكم الموقر لائحة الخالدين من العلماء الأفذاذ على مر العصـور من الآن وإلى الأبد).**

ظلت نار الأسى والأسف تأكل في قلب (دانيال الابن)، تضرمها كلما خبت خيانة صديقه له وحقد والده عليه. لم يتمكن أبدا من إثبات الجرم عليهما إلا أن شكه بأبيه وبصديقه لازماه ما دام حياً حتى كتب بمرارة يقول: **(أما بشـأن الهيدروديناميكا والتي صـببت فيها عصـارة ذهني ورحيـق عمـري، فهي ابنة أفكاري البارة، وثمرة تجاربي الخالصـة والتي لا صـلة لأبـي مطلقاً بها، ولا علاقة لها به، فهو لم يساهم لا بدراستها ولا بتطويرها ولا حتى بوضع كلمة واحدة منها، ولكن في غفلة من الزمن اسـتطاع هذا الوالد الحقود الجشـع أن يسلبني في ساعة بغيظة واحدة عرق وثمرة جهد عشر سنوات كاملات من العمل والبحث المضنيين).**

كشـر حقـد الوالد عن أنيابه مرارا ليس آخرها حادثة تصويـت علماء الأكاديمية الباريسية للعلـوم في عام (1735) بمنح جائزتها للعلـوم مناصفة بين الاثنين لعملهما المشترك في قياس مـدارات الكواكـب، عمى الحسد قلب الوالد الذي ادعـى أن لا حق لولده بنصف الجائزة، ولابـد أن تكون بكاملها من نصيبه هو وحده، وازداد حنقه حتى عمد إلى طرد ابنه من داره إلى غير رجعة.

جاء في حوليـات تاريخ الرياضيات المنسوبة (لماك تيوتر – Mac Tutor) ما كتبه (جون

جـي اوكـنر- John J. O. Connor) و(ادمونـد ف. روبرتـس - .Edmond F Robertson) تحت مدخل (عائلة برنولي) ما يلي: كان غضب الوالد على ولده، ونقمته منــه مستعراً على الدوام، يذكيه كلما خبا عدم قدرة الولـد على استيعاب حقيقة عدم مجاراة والده له. الأمر الذي أدى إلى انفراط عقد العائلة بين الاثنين.

حرم الأب ابنــه مـن دخــول منزله فعاد الابن خائبا إلى مدينة (بال) مسقط رأسه. لا يمكننا الجـزم بالسبب الحقيقي لخفوت اهتمام (دانيال) بالرياضيات وانطفاء جذوة ولعه بدراستها. أكان نتيجــة لحقـد الوالد ومحاربته إياه؟؟ أم أن منصبه الجامعـي - كطبيب - جرفه بعيدا عن جوهر الرياضيات وممارساتها؟ ولكن على كل حال ما يمكننا الجزم به هو أن ربيع الرياضيات السعيـد وشذى أزهاره التي أينعـت أول مرة خلال وجوده في (سانت بطرسبرك) في ضيافة أمبراطورة روسيا لم ير النور في حياته ثانية.

تمكــن (دانيال) خــلال فترة مكوثه في روسيا من اختراع الطريقــة المثلى لقياس ضغط سائـل ما أثناء مروره في أنبوب وذلك بإدخال أنبوب زجاجي دقيق خلال فتحة صغيرة في الأنبـوب الناقل. وبعد العديد من التجارب والحسابات توصل إلى حقيقة أن ارتفاع السائـل في الأنبوب الدقيـق المثبت عموديا علـى الأنبوب الناقل الأصلـي يتناسب مع ضغـط السائـل المنقـول داخلــه. وهنـا دعتـه عبقريتــه إلــى التصميم على ابتكار طريقـة لقيـاس ضغــط الدم البشري داخل الشرايـين، واستشار صديقــه (كرستيان كولدباخ - Christian Goldbach) حــول الموضوع وأكد له أنــه تمكن بالفعل من اكتشاف طريقة فعالة لقياس ضغط الماء في الأنابيب الأمر الذي سيمكنه من ابتكار تصميم جديد لشبـكات توزيع الميـاه. أما مــا يستحق العجب في هــذا الاكتشاف - أضــاف دانيال موضحاً لصديقه - هو (أني على وشك المثول أمام فتح مبين في مجال فيزيولوجيا الجسم البشـري وهو ما يهمنــي الآن). وقد تم له ما أراد حين هدت عبقرية (دانيال) أطباء أوربا إلى طريقــة قياس ضغط دم مرضاهم بإدخال طرف أنبوب زجاجي حاد إلى أحد شرايين الجســم ومن ثم ملاحظة ارتفاع مستوى الدم داخله، يا لها من فكرة لامعة عبقرية فذّة،

ويا لها من طريقة قياس مؤلمة موجعة فجّة!.

من أروع منشورات (برنولي) حول نظرية الاحتمالات مقالته الخالدة المنشورة عام 1738)) وهي ما تعرف اليوم بـ(متناقضة سنت بطرسبرك – St. Petersburg Paradox)، والموضوع عبارة عن أحجية بسيطة تدور حول رمي قطعة نقود معدنية في الهواء والمال الذي يجنيه المراهن على النتيجة. تستمد هذه الأحجية نكهتها من الجدل القائم بين الرياضيين والفلاسفة: ما هو مبلغ الجائزة الذي يستحق المشاركة وما المبلغ الذي يمكنك المخاطرة بخسارته لدخول اللعبة؟

ولكن قبل الاسترسال، دعنا نفهم أصول تلك اللعبة أولاً.

للعملة المعدنية وجهان: نقش وصورة. تنص اللعبة على رمي العملة في الهواء حتى تسقط والوجه المتفق عليه إلى الأعلى(وليكن وجه النقش). ويحدد عدد الرميات (ن) مبلغ الجائزة. الآن بالإمكان التعبير عن قيمة الجائزة رياضيا بالمبلغ المساوي لـ ($2^{ن}$د.) لاثنين مرفوعة إلى الأس (ن)، وعليه إذا رميت العملة وحطت ونقشها إلى الأعلى أول مرة فالجائزة ستساوي (2^1د.) اثنان مرفوعة إلى الأس واحد وتساوي ديناران وتنتهي اللعبة. وإذا رميت العملة وحطت ونقشها إلى الأعلى عند الرمية الثانية فالجائزة ستساوي(2^2د.) اثنان مرفوعة إلى الأس اثنين وتساوي أربعة دنانير وتنتهي اللعبة.. وهكذا. لا يقع النقاش المعمق لهذه المتناقضة ولا فلسفتها ضمن نطاق هذا الكتاب، ولكن لتوضيح الفكرة نقول إنه لابد للمراهن الحذق (والذي لا يبغي الخسارة بالطبع!) أن لا يدخل اللعبة أبدا إلا إذا كان ثمن دخوله يقل عن مبلغ جائزته المحتملة. وتبرز المتناقضة هنا عند تحليل هذه الأحجية والتي تتحمل الوجهان دائما.فمن البديهي أن يقل رسم الاشتراك عن قيمة الجائزة للحصول على ربح معين أولا. ومن البديهي أن المراهن المحترف سوف يدخل اللعبة مهما كان ثمن تذكرتها ثانيا.

ومن التعليقات الطريفة ما نشره (بيتر ل. برنستين– Peter L. Bernstein) في كتابه (الخلاف مع القدر: قصة المجازفة المثيرة) موضحا شأن متناقضة (سنت بطرسبرك) حين قال:

((أعترف أن تلك الرسـالة ستظل من أعمق ما كُتب، ليس فقط لمناقشتها مبدأ المجازفة (علـى أهميته) فحسـب، بل لعلاقتها بالتصـرف البشري الغريـزي ككل ؛ أولا يركز (برنولي) في أطروحته على واحد من أعقد العلاقات ما بين القياس والحدس؟ أولا يمس القياس والحدس كل ما نحاول فهمه في هذه الحياة؟)).

عاش دانيال (بعد خلافـه مع أبيه) في مسقط رأسه وعين في عـام (1750) رئيسا لقسم الفيزيـاء في (جامعة بال) وبقي في منصبـه هذا محاضراً حتى وفاته في عام (1782). ويمكن تسميتـه دانيـال (بكارل سيجان) عصره، حيـث كان كثير الاهتمام بتفسـير العلوم للعامة. تشعبـت اهتماماته ولم تقتصـر براعته ولا شغفه على حقل واحد مـن حقول المعرفة فكتب عشـرة مقالات علمية ربحت كلهـا جوائز قيمة في منافسات الأكاديميـة الباريسية المرموقة للعلوم، وكتب العديد من المقـالات في علوم متعددة شملت الملاحة البحرية والتكنولوجيا والمغناطيسية والفلك ومدارات الكواكـب، أثبت براعته في جميعها.. ومن الجدير بالذكر اهتمامه بإبـداع الشكل المثالي للساعات الرملية والتصميـم الأفضل لأهلاب السفن. وأما مـا استحق فعلا الاهتمام بساعاتـه الرملية فكان تصميمها للعمل بدقـة لقياس الوقت على ظهـر السفن حتى المبحـرة منها في أعتـى العواصف، ولتحقيق ذلك توصـل (برنولي) إلى تثبيـت ساعاتـه الرملية علـى لوح من صلب الحديـد طاف داخل برميل مـن الزئبق حيث حافظت كثافة الزئبق على استقرار لوح الصلب ومن ثم استقرار ساعاته الرملية تحت أقسى العواصف وأعتى الأمواج.

مـن المؤسف حقا أن تضيع جل أعمال (دانيال برنـولي) وأكثر محاضراته، فلا نعرف اليوم لهـا أثـرا، ولكـن مما لاشك فيه أنـه حمل فوق كتفيه رأسا زاخرا بمواضيع وعلـوم لا يسع هذا الكتـاب الموجز إلا أن يتطرق لبعض عناوينها مع نبذة مختصرة عما خاضـه فيهـا.

في الطب:

- ميكانيكية التنفس والتقلص العضلي.

- التصور العلمي لانتشار العصب البصري عند تموضعه في شبكية العين.
- حساب الجهد المنجز من قبل القلب.

في الرياضيات:

- لعبة الفارو (Faro) – لعبة الورق التي يضع المتنافسون رهاناتهم على أعلى ورقة مجموعة الموزِّع.
- معادلات (ريكاتي – Riccati) التفاضلية معسرة الحل: سميت هذه المعادلات باسم واضعها [الكونت ياكوبو فرانشسكو ريكاتي (1676 – 1754 Count Jacopo Francesco Riccati] صيغتها العامة هي: ($y= q_0(x)+q_1(x)y+q_2(x)y^2$) والتي لا يمكن حلها بالطرق التقليدية الأولية.
- المتصالبات الهندسية: وهي من الأشكال المتقاطعة المسماة (لونيولي – Lunulae).
- مجاميع الجيب والجيب تمام المتفرقة.
- الكسور المستمرة اللانهائية.
- الاحتمالات والإحصاء وتطبيقاتهما في مجالات الاقتصاد وانتشار الأمراض والإحصاء السكاني.

في الميكانيك:

- نظرية في الأجسام الدوارة
- الاحتكاك
- ضغط الموائع على أسطح الأنابيب الداخلية
- تذبذب الموائع في الأنابيب المغمورة بالماء
- أبحاث في المضخات وأشرعة طواحين الهواء ولولب ارخميدس
- الضغط الجوي

- انكسار الضوء
- انسياب الهواء عبر الفتحات الضيقة
- نظريات حول تصرف أمواج المحيطات
- فعل الأقلعة والمجاذيف
- ميكانيكا الأجسام المرنة
- الفيلاريا واللنتيياريا والكاتيناريا – (Velaria، Lintearia and Cantenaria):

أسماء لبعض المنحنيات الهندسية التي تصف مشاهدات وظواهر طبيعية.

- تذبذب الحبال المثقلة بالأوزان
- تذبذب الخيوط متباينة السمك والألواح الطافية على الماء وأنابيب الارغن[1] والوتريات الموسيقية.

ولعل أبرز قوانين (برنولي) الأقل شهرة والأكثر أهمية هو ما يسمى بقانون [(برنولي – يولر) – The Bernoulli – Euler Law)] والذي يدرس تصرف القضبان أفقية التموضع والتي تحمل أثقالا عمودية تسبب انحناءها. ينص هذا القانون على أن **عزم الانحناء** (M) **لمقدار نصف قطر دائرة** (R) **لأي قضيب مرن بسمك** (t) **حيث** (t<R) **هو** M = EI/R.

حيث (E) هو معامل (مرونة يونك – Young's Modulus) لمادة القضيب و (I) هو العزم الثاني لمساحة مقطع القضيب حول المحور العمودي على مستوى الانحناء. أما معامل مرونة يونك (M) لمادة ما فيمثل مقدار صلابتها. اقترح (برنولي) هذا القانون في عام (1742) وتمكن (يولر) من اشتقاقه رياضيا بعد سنتين أي في عام (1744) [2].

وضع برنولي في كتابه المنشور عام (1738) بعنوان (حركية الموائع) تصوره البين حول قانونه في ميكانيك الموائع والذي نص على **التناسب العكسي بين إزاحة مائع وضغطه** حين كتب

(1) (الارغن: آلة موسيقية هوائية تصوت بنفخ الهواء خلال أنابيب متساوية الأقطار متباينة الأطوال – المترجم).

(2) يعتبر هذا النص مثالا بينا على حاجة الترجمة إلى مخططات وأشكال ورسوم لتوضيح فكرة القانون والمثال المضروب هنا وفي مجالات أخرى خلال الكتاب (المترجم).

موضحـاً: ((من المدهش حقا أن يتأخر اكتشاف مثل هـذا القانون البسيط (والذي ابتدعته عبقريـة الطبيعـة) حتى اليوم!)). لقد انتظر العالم عـام (1755) حتى استطاع (يولر) وضع العلاقة الرياضية الواضحة التي تربط ضغط مائع بإزاحته وكثافته وارتفاعه.

بإمكاننـا تصور تطبيق (قانـون برنولي) كلما ضغطنا على مطاطـة زجاجـة عطر! يخلق كبس السبابـة والإبهام عليها تخلخلا سلبيـا في ضغط الهواء فوق مستـوى السائل بالنظر لدفعهـا الهواء بسرعة عاليـة. يعمل تيار الهواء المتسارع فوق سطـح العطر على (شفطه) إلى أعلى منفذ الخروج ونثه برفق على وجهك![1].

يساعدنا القانون كذلك على فهم ظاهرة تشظي زجاج المنازل إلى الخارج عند مرور إعصار قريـب منها، حيث يزيد الاعصار من حركة الهـواء خارج المنزل فينخفض ضغطه إلى درجة تـؤدي إلى تغلّب ضغط الهواء داخل المنزل على ضغطـه خارجه الأمر الذي يدفع بالهواء إلى الخـارج (محـاولا مساواة الضغط) مهشماً معـه شظايا الزجاج دافعا إياهـا إلى الخارج. فمن الحكمـة إذا أن تتذكر ترك بعض نوافذ منزلك مفتوحة لمعادلة ضغط الهواء عند إذاعة اقتراب إعصار من دارك تفاديا لتحطمها.

أضـاف صديقي مـؤرخ العلوم (كراهام كلفـرلي – Graham Cleverley) في رسالة شخصية بعثها لي موضحاً تطبيقات أخرى (لقانون برنولي) تخص أجنحة الطائرات وأشرعة السفـن وكرتـي الطاولة والبيسبـول بقوله: توفر الطائـرات الاعتيادية (غـير النفاثة) الكثير مـن الوقود باعتبار (قانـون برنولي) عند تصميم أجنحتها. وبالإمـكان عزو تأخر الأوربيين في اكتشـاف الأمريكتـين حتـى القرن التاسـع عشر لتأخـر معرفتهم وفهمهـم لتأثيره على تصميـم أشرعـة السفـن الكبيـرة ومجاديفهـا، كما إن إبداع لاعبي البيسبـول أمثال (بيكهام – Beckham) و(سامبراس – Sampras)، لم تكـن لتتحقق بإرسـال الكرات القوسية

(1) هـذا بالطبـع قبل اكتشاف مذيبات العطور الطيـارة والتي بطبيعتها تحفظ تحت ضغط عال في زجاجـة والتي تنطلق منها حال إفساح المجال لها، ثم تتبخر بدرجة حرارة الغرفة حال رفع الضغط عن كابسها حاملة عطرها إليك –(المترجم).

والمنزلقة لولا هذا القانون. وأخيرا لما تمتعنا (لولاه) بقفزات كرة تنس الطاولة ومراوغاتها وهي ترقص بفعل مضارب محترفي اللعبة من الصينيين.

ولمزيد من الطرافة والمتعة... دعني أقتطف لك من كتاب (راي كرزويل – Ray Kurzweil) المعنون – مما نؤمن به ولا نستطيع إثباته – حيث يقول: **(إن من الخصائص الأزلية والمدهشة للطبيعة هي فعلها الثابت على موجوداتها واستمرار هذا الفعل وثبوت تأثيره. ما عليك إلا أن تتصور بساطة وأهمية تطبيق (قانون برنولي) على تأثير الهواء على الأسطح المنحنية وعمله على تضخيم قواه الرافعة وبالأخص زيادة سرعة تيار الهواء أعلى مقطع محدب لجناح طائرة مقارنة لسرعته أسفله. فتح هذا التصور – على بساطته – عالم الطيران أمام البشر على مصراعيه وحررهم من عبودية «سلطان الجاذبية». يشم المتبصر – ولا شك – رائحة المبالغة مما سبق، فلم نكن بحاجة لا (لبرنولي) ولا لقانونه للطيران أو لصنع الطائرات. كان باستطاعتنا الطيران على طريقة (Zeppeline)[1] والتي لا تعتمد على هذا المبدأ. ولكن من المنصف القول إن لذلك القانون أثراً بيناً على حساب وتحسين استقرار وقيادة وكفاءة استخدام طائرات الركاب التجارية).**

كتب جون اندرسون في رائعته (تاريخ ميكانيكا الهواء) يقول:

> **((نقرّ اليوم بفضل (دانيال برنولي) في إرساء مبادئ التقدم الحديث في علوم حركية الهواء. عالجت ميكانيك نيوتن – وبلا شك – مغالق هذا العلم الحديث وأسراره ولكنها لم تفلح بفتح أبوابه. طرقها (برنولي) بشدة وبثبات ولكنه لم يفلح إلا بإحداث شروخ بسيطة فيها. أما اليوم فنعزو – وبفخر – فتح تلك الأبواب على مصراعيها لـ (ليونهارد يولر – Leonhard Euler) ومن لحق به)).**

(1) أو (Zeppelin) – وهي عبارة عن (آلات طائرة) تشبه المناطيد طولية الشكل. أول من اخترعها كان الألماني (الكونت فردناند فون زبلن – Count Ferdinand von Zeppelin) في أوائل القرن العشرين اعتماداً على تصاميمه التي وضعها حوالي عام (1874) وطورها في عام (1893) حتى حصل على براءة اختراعه من أمريكا في عام (1899). أول استخدام تجاري لها كان في النقل الجوي قبل الحرب العالمية الأولى، واستخدمها الألمان لقصف الحلفاء بالقنابل أثناء الحرب ومن أنواعها (LZ 127 (Graf Zeppelin)) و (LZ 129 Hindenburg) والتي انتظمتا في رحلات عبر الأطلسي من ألمانيا إلى أمريكا وإلى البرازيل. (المترجم).

مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Anderson, John, *A History of Aerodynamics: And Its Impact on Flying Machines* (Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1999).

Bernstein, Peter L., *Against the Gods: The Remarkable Story of Risk* (Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 1998).

Brockman, John, *What We Believe but Cannot Prove* (New York: Harper Perennial, 2006).

Guillen, Michael, *Five Equations That Changed the World* (New York: Hyperion, 1995).

Kobes, Randy, and Gabor Kunstatter, "Bernoulli's Principle," Physics Department, University of Winnipeg; see theory.uwinnipeg.ca/mod_tech/node68.html.

Martin, Robert, "The St. Petersburg Paradox," in *Stanford Encyclopedia of Philosophy*; see plato.stanford.edu/entries/paradox-stpetersburg/.

O'Connor, John J., and Edmund F. Robertson, "Daniel Bernoulli, 1700–1782," in *MacTutor History of Mathematics Archive*, School of Mathematics and Statistics, University of St. Andrews, Scotland; see www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Bernoulli_Daniel.html.

Quinney, D. A., "Daniel Bernoulli and the Making of the Fluid Equation," *plus* magazine, January 1997; see pass.maths.org.uk/issue1/bern/.

Straub, Hans, "Daniel Bernoulli," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

• جُلّ ما قام به العلماء قبل (انشتين) هو مراقبة الأشياء والظواهر وتسجيلها، ثم العمل على إيجاد شيء من الرياضيات لتفسير ما توصلوا إليه. قلب (انشتين) الموازين رأسا على عقب. غيرت شحنات عصبوناته المادة ونحت إزميل ذهنه الطاقة، فقدم تحفة رياضية فذة استلهم وحيها من اللامتناهي في أعماق الكون. استخرج من هذه التحفة توقعاته لما ينبغي أن تفعله الأحداث وما يجب أن تسير بموجبه الأفلاك. أعاد الساحر مارد العلم إلى قمقمه وأمره فانصاع. لقد أرجع (انشتين) العلم إلى صوابه وأعاد سيطرة الفكر عليه... باختصار أعاد اينشتين هبة الإبداع إلى الذهن البشري.

غيتس

Sylvester James Gates، quoted in Peter Tyson's، (The Legacy of $E = mc^2$).

سلفستر جيمس غيتس، مستلهمة من كتاب (رشاقة الـ $E = mc^2$)

• لا تمثل الرياضيات مطلق الحقيقة بمفهوم المنطق فحسب، بل هي الجمال الكامل الآسر الأخاذ. ولكنها الجمال البارد الصامت، جمال الحجر المنحوت ليس إلا!.

رُسل

Bertrand Russell، (Mysticism and Logic)، 1918.

برتراند رسل - من كتاب (الشك والمنطق) 1918.

• إن كل ما يحذقه الرياضيون هو إحكام ربط الأسباب بالمسببات، ربما بمعادلتها بقطعة (منطق) صغيرة هي علامة المساواة (=). صدقاً، إنهم لا يدركون ما في داخل بنائهم من أسرار ولا يحاولون تفسيرها... أنا شخصياً، لا أراهم أصلاً بحاجة لا للإدراك ولا للتفسير!!

على العكس من ذلك تماماً فكثيراً ما يجتهد الفيزيائيون في اختيارهم لرموزهم بكامل العناية ويبدعون في صياغة عباراتهم ببالغ الدقة، ويستلهمون تفسير دلالاتهم بكامل الوضوح.

وهنا أستنتج بأنه على عاتق الفيزيائيين يقع عبء ربط العالم الجامح بحبال متينة مظفورة بعناية من كلمات منتقاة بدقة، ذوات مقاصد بينة.

فينمن

Richard Feynman، (The Character of Physical Law).

من كتاب (صفات القانون الفيزيائي) لرتشارد فينمن.

• يفترض التنوير (وهو ما يدين به العلم مجازاً) بأن المولى القدير (عز وجل) كان قد خلق قلب (عقل) الإنسان وشغاف فضوله من عين الجوهر الذي صاغ منه أسرار الكون وقدّر له أفلاكه. لم يعر (سبحانه) لأي تغيير أو خراب قد يفكر به (الشيطان) بالاً أبداً. إن لدقة الأكوان في هندستها ولروعة الأفلاك في بنائها من مطلق الكمال ودقيق الصنعة ما يستقزم أي إرادة أو جهد عابث به.

كروس

Frederick Crews، (Follies of the Wisc)، Skeptical Inquirer، March / April، 2007.

دورية سكبتكال انكوايرار عدد مارس/ ابريل (آذار/ نيسان) 2007

من مقاله (الحكماء الأغبياء) لفردريك كروس.

• لم على الذهن البشري الجهاد والتفكير للإلمام بأصول كل القوانين الكونية وفهمها وهو الذي خُلق لأغراض أخرى؟ ولم علينا النضال لحصر كل تلك القوانين وتركيز وضعها تحت ضوء الفكر وعدسة القياس؟ علما، بأن أقصى ما أتيح للبشر من موارد القوى والطاقة لا تتعدى مجالا ضيقا من المستلزمات كالحرارة والماء وبعض الوسائل الأخرى التي لا تمكننا إلا من العيش والبقاء على سطح الأرض وحسب.

كلما سبرنا أغوار الكون إلى اللامتناهي من الأجرام في الفضاء لم ندرك إلا جزءاً ضئيلا من حقيقته ناهيك عن قصورنا التام عن فهم الكثير عن أنفسنا ذاتها. باختصار أريد أن أقول إنه بإمكاننا – إذا أردنا – أن نفهم ويجتهي البساطة لم علينا أن ندرك ونتقبل حقيقة قصورنا المخجل عن إدراك كمال أنفسنا و/ أو عظمة ما حولنا. كل ما نملكه وما سوف نملكه من علم لن يتيح لنا الإبحار بثقة في مجاهل الكون، فضلا عن إدراك كنهه أو موجده.

بارو

John Barrow, (Boundaries and Barriers, On the Limits of Scientific Knowledge)..

من كتاب (الحدود والموانع؛ حول الغاية من حدود العلم والمعارف) لجون بارو.

• لا وجود للأشباح علميا فلا مادة لهم نلمسها ولا طاقة لهم نقيسها ولذا وحسب قوانين العلم فلا وجود للأشباح إلا في خيال الإنسان، وبالمقابل ألا توافق معي بأن رزمة قوانين العلم ومحاولاته (التي نفخر بها!) لا تحتوي على مادة نلمسها ولا على طاقة نقيسها؟ ولذا لا وجود للقوانين العلمية إلا في خيال الإنسان. والآن ألا توافق معي – إذا – على ضرورة بغضها ورفضها معاً؟!

برسنك

Robert Pirsig, (Zen and the Art of Motorcycle Maintenance).

من كتاب (زين وفن صياغة الدراجات) لروبرت برزك.

قانون لامبير للانبعاث الضوئي

LAMBERT'S LAW OF EMISSION

سويسرا / ألمانيا عام 1760

تتناسب شدة إضاءة أي بقعة على سطح أي جسم خشن في أي اتجاه مع جيب تمام الزاوية المحصورة بين اتجاه الإشعاع والمماس على سطح تلك البقعة.

محاور ذوات علاقة:

قانون بيـر للامتصاص الضوئـي (BEER'S LAW OF ABSORPITION)، وقانـون لامبير بـير(The LAMBERT BEER LAW)، وقانون بوكار بير-(THE BOUGUER BEER LAW)

من أحداث عام 1760:

- تحالـف الهنود الحمر من مواطني بلدة (جيروكي- Cherokee) مع القوات الفرنسية الغازية خلال حربهم الأخيرة وهاجموا مواطنيهم المتحصنين في قلعة (دوبز).
- احتل الروس برلين وأحرقوها
- بدا عضو مجلس الأمة الألماني (كاسبر فيبر- Cosper Faber) تحضيراته استعداداً لأول محاولة إنتاج لأقلام الرصاص تجارياً.

نص القانون وشرحه:

ينص (قانون لامبير) للانبعاث الضوئي والـذي يعرف كذلك (بقانون لامبير الجيبي)[1] أو

(1) الجيب والجيب تمام حدان رياضيان من حدود علم المثلثات الستة وهي - الجيب والجيب تمـام (Sine & Cosine) والظـل والظـل تمـام (Tangent & Cotangent)، والقاطـع والقاطـع تمام (Secent & Cosecant). (المترجم)

القانون الجيبي للانبعاث الضوئي على **تناسب شدة الضوء[1] المنبعث عشوائياً من أي جزء من أجزاء السطوح متناسقة الخشونة مع جيب تمام الزاوية المحصورة بين اتجاه الإشعاع والمماس لذلك السطح.**

يقصد بالسطوح متناسقة الخشونة (وقد تسمى بالسطوح مثالية الانتشار) تلك التي تمتاز بخشونة عامة متماثلة (كقطعة الطباشير مثلا أو قطعة من الخشب الخام)، بحيث يتم تبعثر الضوء الساقط عليها بالتساوي إلى كافة الاتجاهات مهما صغرت مساحته المضاءة. ولذلك تظهر كافة الأجسام (أو أجزائها) الخاضعة لقانون (لامبير) الجيبي متساوية الإضاءة من كل الاتجاهات. وبإمكاننا صياغة هذا القانون بصور شتى منها:

- **يتناسب مقدار الطاقة المشعة المقاسة من على سطح جسم مثالي الانبعاث مع جيب تمام الزاوية (θ) المحصورة بين خط النظر والعمود المقام على ذلك السطح**، بمعنى تماثل شدة إضاءة أي بقعة من بقاع سطح متناسق الخشونة بالنسبة لأي مراقب لتلك البقعة.

ويمكننا تفسير هذا النص رياضيا بسهولة إذا اعتبرنا تناسب مقدار إضاءة أي جزء ظاهر من سطح ذلك الجسم مع جيب تمام الزاوية المنظور إليه من خلالها. وبالإمكان التعبير رياضيا عن (قانون لامبير الجيبي) وصياغته كذلك كما يلي:

$$I_e \propto \cos\theta,$$

حيث يمثل (I_e) شدة الضوء المنبعث و(θ) الزاوية المحصورة بين خط النظر والمماس على السطح و($\propto$) علامة التناسب الطردي.

وإليك الأمثلة: يعكس لوح الخشب الخام قبل صقله الضوء الساقط عليه حسب القانون أعلاه، ويفقد خاصيته تلك بالصقل والطلاء لأنه عندئذ سيعكس وبوضوح أخاذ ما يحيط به من نقاط مضيئة إذا أحسن اختيار زاوية النظر إليه[2].

(1) تقاس شدة الإضاءة بوحدة الإضاءة (فلكس – Flux) لكل زاوية قوسية كاملة. (المترجم).

(2) هل لاحظت بريق القطع الفضية والذهبية خلال زجاجة العرض في حانوت الجواهرجي وتلألؤها تحت الأضواء المنتقاة بعناية؟ – (المترجم).

تتصرف السطوح المعدنية والزجاجية المصقولة بعناية، ومثلها جبائر الجبس الممسوحة بالماء بطريقة مشابهة وتسمى (سطوحاً صقيلةً) وتقاس الإضاءة المنعكسة منها بدليل إضاءتها ككل أي بوحدة الإضاءة المنبعثة من وحدة المساحة. تُعَرّف خاصية الإضاءة ووحدتها (اللامبير) نسبة إليه، بشدة الإضاءة المنعكسة من على سطح بقيمة وحدة إضاءة واحدة (لومن-Lumen) للسنتيمتر المربع الواحد من ذلك السطح، تخليدا لذكراه.

للفضوليين فقط:

• لقبه الفيلسوف الألماني المعروف [عمانوئيل كانت - (Immanuel Kant (1724-1804] بعظيم عباقرة ألمانيا.

• سهلت النظريات التي توصل إليها حساب مقاطع المخاريط الهندسية المستخدمة في حساب مدارات المذنبات.

• كان أول من اخترع المرطاب[1] والمطياف[2].

• تبرز أهمية إنجازاته الكبرى وعبقريته اللامتناهية إذا ما عرفنا أنه نشأ باحثا عصاميا، علم نفسه بنفسه ولم يدخل مدرسة قط!

أقوال مأثورة:

- جعلت الكمال والسعادة نصب عيني كأجل أهدافي. أقنعت نفسي وآمنت أنه لا سبيل لامتلاك إرادتي ولا لشحذ همتي إلا بتنوير عقلي وتوسيع إدراكي.

لامبير

Johann H. Lambert، quoted in (Dictionary of Scientific Biography.

مقتطف من (معجم سير العلماء الذاتية).

---

(1) (Hygrometer) - المرطاب: جهاز قياس الرطوبة في الجو.(المترجم).

(2) (Spectrometer) - المطياف: جهاز قياس شدة الضوء وألوانه..(المترجم).

– بزّ (لامبير) معاصريه حينما تمكن من استيعاب المفهوم الهندسي بطريقة أهلته لاستنباط الحدث في الهندسة حين بقوا هم أسرى المفهوم الفراغي لها، كما تمكن من هدم أسطورة الأبعاد الهندسية الثلاثة باستشرافه الثاقب لتوازي خواص الدوال الفيزيائية. ولا يزال كم الأسئلة الهائل المطروحة حول نظريته (الشاملة) موضوع بحث واهتمام إلى يومنا هذا، رغم صياغتها في النصف الثاني من القرن الثامن عشر.

فولتا

J. Folta، (Remarks on the Axiomatic Development
of Mathematics in the Second Half of the Eighteenth Centuary

من كتابه (بديهيات تطور المفهوم الرياضي في النصف الثاني من القرن الثامن عشر).

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

[يوهان هنرييخ لامبير (1728–1777) Johann Heinrich Lambert] رياضي وفيزيائي سويسري من أصل ألماني، اشتهر بشغفه بالنسبة الثابتة (π) وحساباتها وبقوانينه في انعكاس وامتصاص الضوء.

يعتبر (يوهان لامبير) مثالاً حيا للعالم العصامي موسوعي الميول متعدد المواهب، حيث نشر أكثر من (150) عملا في مختلف مواضيع الهندسة والاحتمالات والبصريات والفلسفة، والأرصاد والتنبؤ الجوي والتعدين، والفلك، ولقد امتد طموحه وتوسعت عبقريته حتى تمكن من ولوج عالم الفن واستطاع نشر تصوراته حول الفنون والرسم!! أما حين سأله (فردريك الأعظم) ملك بروسيا عن تحديد نوع المعرفة وجانب العلم الذي برع به وأحبه وملك ناصيته من بين كل حقول المعرفة والعلوم التي مارسها خلال حياته: أجابه بأدب جم وتواضع بالغ: جميعها!!.

ولد في مدينة (ملهاوزن – Mulhausen) والتي تسمى الآن (ملهاوس – Mulhouse) وتقع في مقاطعة (الالزاس – Alsace) الفرنسية. اختلف الموسوعيون والمؤرخون في اعتباره عالماً ألمانياً، أم سويسرياً من أصل ألماني أم ألمانيا من أصل فرنسي (وفضاً للنقاش اعتبرته شخصيا عالما ألمانيا وكفى...). تعتبر مدينة (ملهاوزن) مسقط رأس (لامبير) إحدى عشر مدن في

منطقة (الالزاس) والتي تمكنت من تحقيق استقلالها وتحالفها مع الاتحاد السويسري قبل أن يتم ابتلاعها من قبل فرنسا عام (1798).

ترعـرع كأحد خمسة إخوة وأختين لخياط بسيـط. تنوعت ثقافته منذ نشأته الأولى فدرس اللاتينيـة والفرنسية. كاد تحصيلـه الدراسي أن لا يذكر حيث عزف عن المدرسة ولما يبلغ عامه الثـاني عشر واتجه لمساعدة والـده في محل خياطته المتواضع، إلا أنه واظب على الدراسة الذاتية للعلـوم والمعارف حتـى بلغ السابعة عشرة من عمره حين أسعفـه الحظ بالحصول على وظيفة سكرتـير لمحرر إحدى الصحف المحافظة عنـد ذاك وهكذا تحسن دخله المادي قليلا، فتنفس الصعداء وتمكن من المواظبة على دراسة العلوم والفلسفة والرياضيات ذاتيا بعد ساعات الدوام.

عكسـ خطابه التالي اهتمامه بعمله وسعيه الدؤوب لتحقيق غاياته واكتشاف ذاته وصقل مواهبها، ولم يكن قد بلغ العشرين من عمره بعد، حين كتب قائـلا:

((حرصـت أن أقتني (بما كسـبته من قليل مال) بعض الكتب وواظبت على محاولة فهم مبادئ الفلسـفة وحددت هدفي ورسـمت طريقـي؛ إذ لابد أن يكون تحقيق سـعادتي الذاتية وتدريب نفسـي وقسرها على بلوغ الكمال في كل مـا أفكر به وأحاول إنجازه، غاية أهدافي. لقد درست كتـاب (السبيل لاكتشاف قوى الفكر البشري) لـ(كرستيان وولف - Christian Wolff)، وكتـاب (فـي سبيـل البحـث عـن الحقيقـة) لنيكولاس مليرانش - (Nicolas Malebranche)، كما قرأت كتاب (مقالات في تفسـير السـلوك والفهم الإنسـاني) لجون لوك- John Locke). ولقد زودتني دراسـاتي المعمقة للجبر والرياضـيات بالوسـائل والسـبل التي اعتمدت عليها لاختبار والتأكد من سلامة كل ما تعلمته، بهذه الطريقة تمكنت ليس فقط من سبر أغوار العديد من العلوم بسهولة وبعمق منقطعي النظير وإنما تمكنت كذلك من إفهامها للغير)).

انتُخـب (لامبير) عضوا في المجمـع الأدبي لمدينة (شُـر –Chur) حينما حل بها وكانت ماتـزال عضوا في الاتحاد السويسري، كما انتُخب عضـواً في المجمع العلمي للاتحاد ومقره مدينـة (بـال – Basel) عندما انتقـل إليها أيضاً، كمـا واظب على إجـراء تجاربه وتسجيل

ملاحظاته حول الأرصاد والتنبؤ الجوي بانتظام كإحدى مسؤولياته آنذاك. واستمرت نجاحاته فنشر عام (1755) أول أبحاثه ونظرياته حول قياس كميات الحرارة، كما نشر عام (1758) كتابا رائعا حول خواص الضوء وتباينها عند اختراقه لمختلف المواد، هذا الكتاب الذي سرعان ما لحقه بكتاب ثان عنوانه (فوتومتريا – Photometria) أو (قياسات في الضوء) والذي يعتبر بدوره من أشهر كُتبه على الإطلاق لأنه تضمن كافة أعماله وتجاربه حول الانبعاث الضوئي التي حمل قانونها اسمه إلى اليوم.

كتب (كرستوف سكريبا – Christoph Scriba) في مشاركته حول إنجازاته في موسوعة (سير العلماء الذاتية) يقول: [لقد أجرى (لامبير) تجاربه وأنجز أبحاثه اعتمادا على النزر اليسير من الآلات البدائية والأدوات المحلية، ولكنه استطاع التوصل إلى استنتاجات، ووضع قوانين لاتزال تفخر بحمل اسمه إلى اليوم، فبرغم ريادة (بوكار – Bouguer) في اكتشاف موضوعه (الأفول الأُسي لشدة سطوع حزمة ضوئية مارة خلال وسط متجانس الشفافية، إلا أنها وإلى الآن تحمل اسم (لامبير). وستُعرف – من خلال هذا الفصل – بـ **(قانون لامبير الجيبي)** والذي ينص على **تناسب شدة سطوع سطح متجانس(للإشعاع) مع جيب تمام الزاوية المحصورة بين خط النظر إليه والمماس المرسوم على سطحه**].

ويعزى (لسكربيا) قوله بإقران اسم (لامبير) بقانون الامتصاص الضوئي رغم حقيقة سبق الفرنسي (بوكار) له باكتشافه، ولذلك قصة سيأتي ذكرها في الفصل الثالث من هذا الكتاب (بإذن الله).

أما ملخص القصة فيذهب إلى القول باعتكاف ودأب الرياضي الفرنسي [بيير بوكار (1698 – 1758) Pierre Bouguer] على دراسة الضوء وكشف خواصه حتى تمكن في عام (1729) من توليف صيغة مقبولة لقانون امتصاص ضوئي نصت على: **(تناسب جزء الضوء الممتص من قبل أي مادة يمر بها مع سمكها)**. عرّف (بوكار) في بحثه المنشور في عام (1729) والموسوم بـ [Essai d'optique sur la Gradation de la Lumiere]، (تجارب عينية حول تدرج سطوع الضوء)، كمية ضوء الشمس الواصل إلى الأرض وفسر تشتته كنتيجة

لمروره بطبقـات الجو العليا. ولعل من المناسب جداً اعتبار ريادة السبق في اكتشاف ما يعرف اليـوم بقانون (بير) حقا شرعيا (لبوكار) هذا. ولقد لعبت شهرة (لامبير) وذيوع صيته العلمي دوراً كبـيراً أهلـه إلى إعادة صياغة وتثبيت ونشر قانون (بـوكار) السابق باسمه بالنظر لمكانته ونفوذه في ذلك الزمان. وحسماً للإشكاليات التي غالبا ما تصاحـب الاكتشـاف المتزامـن لحقائـق علمية محددة فقـد قـام [أوكست بير (1863 -1825)August Beer] بإعـادة نشر الصيغة المثالية لقانون الامتصاص الضوئي موضـوع البحث والذي صار يعرف (حسماً للجـدل) بقانـون (بـير - Beer's Law)، وبقانـون لامبرت - بـير (The Lambert-Beer Law)، وبقانون بوكار - بير (The Pouguer-Beer Law) على قدم المساواة وبإمكانك الرجوع إلى مفردة (قانون بير) في هذا الكتاب للاطلاع على التفاصيل.

ولزيـادة الفائدة لابد من التنويه إلى أن تصميم العلماء ودأبهم على إعادة التجارب والتأكد مـن نتائجها وتصحيح ما زاغ منها وإعادة تسجيل ملاحظاتهم عنها في كل مرة، قد هداهم إلى الاستنتاج بوجوب اعتماد عوامل إضافية وثوابت جديدة لحساب مقادير امتصاص كمية الضوء اذا ما مر في مواد سائلة.

نشـر (لامبـير) في عـام (1761) نظرياته عن الكـون وترتيب الكواكـب في كتابه الموسوم: (Cosmologische Briefe uber die Einrichtung des Weltbaues)، أي (رسائـل فلكية في احتمالات وحتميـة تنظيم نسق الكون)، خط فيـه تصوراته واقتراحاته عن حتميـة وجودنا في عالم محدود السعة يحـوي مجرات ونجوماً أعتقد جازما بضرورة وجود الحياة (بشكل أو بآخر) عليها. ولم يستثن وجود الحياة لا على الكواكب ولا الأقمار ولا حتى المذنبات والشهب في عالمنـا هذا. لقد أكد (لامبير) تصوراته بنشرها في دورية (مختصرات فلكيـة) قائـلا:

((لا أشك مطلقا بحكمة الخالق (عز وجل) وعظمته وقدرته على وضع الحياة والقوى الفعالـة ونشرها على كل حبة رمل، وعلى من يرغب في الاهتداء إلى تصـور صـحيح لطبيعة الكون ومحتوياته أن يسـلك طريقا صحيحا في التفكير بإرادته (جل وعلا) أولا وبأنـه القادر فعلا على بسـط قدرته ومدّها لجعـل كل ما نراه من الأجـرام الفلكية في

السماء مفعمة بالحياة. ليس بالضرورة أن تكون حياة كالتي نألفها أو كالتي نعيشها نحن على الأرض ولكنها أشكال حياة من التنوع والتغاير، تتناسب مع ما تسمح به قوانين الكون المتنوعة والمختلفة)).

ويرى (لامبير) أن الإله القادر (سبحانه) يملك نشر بذور الحياة مهما تباينت أجناسها عبر الكون وبإمكانه (سبحانه) إسكان الأشكال البشرية وشبه البشرية و(غير البشرية) في كل مكان. ولغرض الإبقاء على ما خلقه من حياة فبقدرته أن يوفر لها الحماية وأن لا يسمح (إلا فيما يندر) بحدوث الاصطدامات الكوكبية أو الكوارث الكونية كالتحامها ببعضها أو تدميرها بالنيازك. ومن الجدير بالذكر أن الفيلسوف الألماني [كانت (1804 – 1724) Kant] كان قد شارك (لامبير) تصوراته حول الوحدات الجزيئية لبناء الكون بطريقة التكامل بمعنى اجتماع الكواكب لتكوين المجاميع الشمسية والتي تتجمع بدورها لتكوين كيانات أكبر وهو ما نسميه اليوم بالمجرات والسدم والتي بدورها تنتظم بمجاميع أكبر وأعظم.... وهكذا إلى ما شاء للذهن البشري أن يمتد بتصوره لذلك.

ركّز (لامبير) جهوده الفلسفية على مواضيع عدة منها – طبيعة المعرفة الإنسانية، والفكر البشري، والمنطق الرياضي، وطرق الإثبات العلمية. أما في حقل الرياضيات فلقد اشتهر بكونه أول من أثبت أن (النسبة الثابتة للدائرة) هي عبارة عن كسر دوري، ولا تفسير منطقي لذلك، بمعنى استحالة وضعه كنسبه بين رقمين كاملين. كما اهتم (لامبير) كذلك بالألوان وتناسقها، وقد بلغت عبقريته في هذا المجال أن توصل لابتكار طريقة ذكية مدهشة لترتيب الألوان وذلك باستنباط موضوع الهرم الثلاثي الملون. لهرم (لامبير) الثلاثي قاعدة يحتل اللون الأسود مركزها بينما تتلون أقطابها الثلاثة بالألوان الأحمر والأصفر والأزرق، تزداد الألوان بريقا ولمعانا كلما ارتفعت إلى قمة الهرم حتى تمتزج جميعها عند رأسه فيظهر بلون أبيض ناصع. اقترح (لامبير) استخدام هرمه الملون من قبل تجار الأقمشة وصناع الأنسجة لتقرير الألوان التي يتداولونها وآمن بإمكانية هرمه هذا من طرح تصور أوضح للطباعين والفنانين والرسامين في اختياراتهم لألوانهم وإحكام تناسقها.

وضـع صاحبنا في عام (1772) تصوره الفذ لابتكار طريقة جديدة لرسم الخرائط بطريقة (الإسقـاط – Map Projection) وهـي الطريقـة التي تُعـرف اليوم بأسلـوب (لامبير) للإسقاط المخروطي (Conicel Projection)، حيث تمتاز هذه الطريقة بإيجاد تماثل ممتاز بين الخرائط المرسومة على نموذج (للكرة) الأرضية وبين حقيقتها (المسطحة) على الأرض.. ومـازال الرسامون والمصـورون وإلى يومنا هذا يستخدمون (إسقاطـات لامبير) ويعتبرونها مـن أفضل الإسقاطات لرسم أقطار الكرة الأرضية، لاسيمـا تلك الواقعة على خط الاستواء وخطوط العرض القريبة منه شمالا وجنوبا إذا ما رسمت بمحاور شرقية – غربية الاتجاه.

توفـي (لامبير) عازبـاً في برلين عن عمر يناهز التاسعة والأربعين نتيجة لإصابته بداء السل الرئـوي. أُطلق اسمه على إحـدى فوهات القمر بقطر (30 كيلومـترا) ووثق ذلك من قبل الجمعيـة العامة لاتحاد الفلكيين العالميين في عام (1935)، كمـا أُطلق اسمه كذلك تكريما له على إحدى الفوهات الكبيرة الموجودة على سطح (كوكب المريخ).

تقمّصـت فكرة الخوف من غزو فضائي للأرض حيـاة (لامبير) وتفكيره، وصار يحسب ويكتب احتمالاتها وأخطارها على الجنس البشري، قارنا ذلك بولعه الشديد بقوة العلم وما قد يكون رد فعله تجاه ذلك، إضافة إلى اهتمامه الواضح بكل ما يمت للعلم والعلماء من صلة. علقت الكاتبة (سارا شيشنر – Sara Schechner) على مخاوف (لامبير) وغيره من علماء تلك الحقبة في كتابها الشهير (حول المذنبات والحضارة وميلاد علم التنجيم الحديث) تقول:

((اسـتقى الفلاسـفة والمنجمون في تلك الفترة الزمنية شـعابا جديدة من مصادر القوة واسـتلهموا روافد مبتكرة من النفوذ والسـلطة اسـتناداً إلى رسـوخ الاعتقاد بعلاقة الكواكب والنجوم والنيـازك ببداية ونهاية الحياة على هذا الكوكب! فلما كانت هذه المذنبات – حسـب اعتقادهم – أدوات شـيطانية غايتها تدمير العالم والاقتصـاص منه أو (علـى الأقل) إعطـاءه النذر والتحذيرات لتـدارك خطاياه وتلافيها، فلقد أصـبح للمنجمين والفلكيين (وبحكم اضـطلاعهم بدراسـة مسـارات الكواكـب والنجوم وخطوط سـير المذنبات ومتى قد تسقط الشهب) صوتاً مسموعاً ورأيا مُهابا خصوصا

فيما يتعلق بصحة هذه النبوءة أو تلك)).

كتب (لامبير) في عام (1761) آراءه حول هذه المزاعم والاعتقادات في دورية (الموجز في التنجيم) قائلا:

((كنت ولازلت اعتقد بأهمية الفلكيين والمنجمين ودورهم (كأنبياء مختارون) جدد لإنقاذ العالم، كما كنت ولاأزال أؤمن أن في اختراع التلسكوب وسرعة نمو علم الفلك لمقدمات للنذر والكوارث القادمة وإلا كيف يمكنك أن تفسر هذا الكم من المعلومات وتراكمها في هذه الحقبة الزمنية بل وكيف يمكن للإلهام والوحي أن يصب في خاطر (كوبرنيكوس) تصوره حول تشكيل الكواكب ومداراتها، وكيف أوحيَ (لكبلر) قوانينه واشتقاقاتها، بل ومن ألقى في روع (نيوتن) تلك الهاجسة المرعبة حول قوة الجذب وسيطرتها على مسارات الشهاب ومدارات النيازك، لا تحيد عنها كما لا تحيد الكواكب والأقمار عن مداراتها؟ وإذا حدث وأن حادت فإن احتمالات تصادمها وتشظيها لا تبتعد عن تفسير قانون الجاذبية ذاته أيضاً؟! أعتقدُ جازماً ان كل ما سبق لابد وأن يصبّ في صالح الإنسان ويساعد جنسه البشري على استباق التنبؤ بالكوارث والأزمات الكونية، وقد يساعده فعلا على البقاء على قيد الحياة واستمرار رسالة البشرية والمحافظة على (بذرة) الخلق فيها، حتى وإن قُدّر للأرض أن تتبدل وتتغير أو تُمحى وتُدمّر!!)).

مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Folta, J., "Remarks on the Axiomatic Development of Mathematics in the Second Half of the Eighteenth Century," *DVT-Dejiny Ved a Techniky*, 6: 189–205, 1973.

Lambert, Johann, *Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues* (Augsburg, 1761).

Schechner, Sara, *Comets, Popular Culture, and the Birth of Modern Cosmology* (Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1999).

Scriba, Christoph, "Johann Lambert," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

• لم تُرنا الطبيعة إلى الآن إلا طارف ذيل الأسد، أنا أؤمن بضخامته وموقن من وجوده رغم عجزي عن رؤيته كاملا بلمحة واحدة. نحن نرى الأسد بعين البعوضة الجاثمة على طارف ذيله، ليس إلا.

اينشتين

Albert Einstein to Heinrich Zanger، March 10، 1914

من رسالة (لالبرت اينشتين) الى (هنرييخ زانجر) في 10 مارس (آذار) 1914.

– في محاولاتنا لتطويع الحقيقة الفيزيائية للفهم وصياغة قوانيننا لها، هُدينا إلى مجموعتين:–

1 – الأولى هي مجموعة القوانين الوضعية التي تُفسر تصرف مختلف الكميات الفيزيائية، وتصاغ عادة على شكل معادلات تفاضلية.

2 – والثانية هي مجموعة الحدود التي تنبئنا بما يمكن أن يحدث في بعض جهات الكون خلال لحظات معينة من الزمن.

يدعي معظم الناس أن العلوم برمتها لا تتعدى المجموعة الأولى وستبلغ الفيزياء النظرية هدفها عندما ننجح في صياغة المجموعة الكاملة لقوانينها الوضعية.

هاوكنج

Stephen Hawking، (Black Holes and Baby Univers).

ستيفن هاوكنج من كتابه (الثقوب السوداء والكون الرضيع).

• العلم كالحياة – كلاهما عنقاوان[1] يُبعثان من رمادهما – تمحق الحقائق الجديدة قوانيننا القديمة، ثم

(1) Phoenix – طير خرافي مقدس من الأساطير التي تعود إلى (الفينيقين – Phoenicians) وهم سكان لبنان القدماء وقد نسبوا إليه، كما ذكر في الأساطير الصينية والمصرية القديمة المقدسة كما جاء ذكره في الميثالوجيا الاغريقية. تمتاز العنقاء (وهي الترجمة العربية والفارسية له وكما جاء ذكره في (ألف ليلة وليلة) بريشها الملون البراق وذنبها الذهبي العملاق تعيش العنقاء من 500–1500 سنة تبني لنفسها في نهايتها عشاً وتحرق نفسها داخله حتى تتحول معه إلى رماد، ما تلبث أن تُبعث منه من جديد كعنقاء فتية لتعيش فترة جديدة تساوي سابقتها. تقول الأساطير الفرعونية القديمة بأن بيضتها توجد في مدينة (هيليوبولس – Heliopolis) الفرعونية المقدسة. وهو اسم يطلق على إحدى الولايات المتحدة الأمريكية اليوم. (المترجم).

في لحظة من التجلي والإلهام يلتئم البائد بالتليد، فتتولد قوانين حديثة من جديد.

جيمس

William James، (TheWill to Believe and Other Essays in Popular Philosophy).

وليام جيمس (إرادة الإيمان ومقالات مبسطة في الفلسفة).

• لا نبخس (نحن الماديون) حق الأفكار وقدرتها أبدا. نؤمن فقط أنهن بنات بررة لعصبونات الدماغ، وهذا الدماغ - ببساطة لا يحتاج معجزة لعمله!

كروز

Frederick Crews، (Follies of the Wise)، Skeptical Inquirer،

فردريك كروز من (غباء الحكماء) دورية سكبتكال .Morchl/ April، 2007

انكوايرور عدد آذار/ نيسان 2007.

قانون بود لمسافات الكواكب

BODE'S LAW OF PLANETRY DISTANCES

ألمانيـــا، 1766

- يمكن توقع معدل المسافة بين الكواكب وشموسها باستخدام علاقة رقمية بسيطة.

محاور ذوات علاقة:

- الفلكـي (جوهـان دانيال – JOHANN DANIEL)، و (قانـون تايتيـوس – بـود THE TITIUS–BODE LAW)، والفيزيائـي السويسري ألماني الأصل (جوهان هنريخ لامبير – JOHANN HEINRICH LAMBERT).

من أحداث عام 1766:

أتم المساحـــان الإنكليزيـان: (شارل ميســن – Charles Mason) وجرميا دكسن – Jeremiah Dixon) رســم الخـط الرابط بين ولايتي بنسلفانيـا وميريلاند الأمريكيتين، واعتُبر هذا الخط حداً فاصلا بين منطقتي الأحرار والعبيد في الولايات المتحدة الأمريكية.

نص القانون وشرحه:

يُبين قانون بود (والمعروف أيضا بقانون تايتيوس – بود) العلاقة التي يحسب بموجبها معدل بعد الكواكب عن الشمس، ولتوضيح ذلك دعنا نأخذ المتوالية الحسابية البسيطة (....48 ، 24 ، 12 ، 6 ، 3 ، 0) والتي تبين أن كل رقم فيها مساويا لضعف سابقه والآن أضف الرقم (4) لكل رقم واقسم الحاصل على (10)، ستحصل بذلك على المتوالية الحسابية التالية:

(.....77.2 ، 38.8 ، 19.6 ، 10.0 ، 5.2 ، 2.8 ، 1.6 ، 1.0 ، 0.7 ، 0.4) وهكذا.

والآن ألا تجـد أنه مـن المدهش (بل ومن العجيب حقا) أن ينص قانون بود: **على أن هذه المتوالية البسيطة هي التي تحكم معدل المسافة D – التي تفصل الكواكب المعروفة آنذاك عن الشمس**، بل وتطلقهـا لحساب بعد أي من الكواكب الدائرة في فلكها والذي قـد يُكتشـف مستقبـلا. وحـدة القياس هنا هي ما يُعبر عنه [(بالوحدة الفلكية – وف –)، A U – Astronomical Units –)]،

وتعـرّف الوحدة الفلكية بأنها معـدل المسافة بين الأرض والشمـس والتـي تبلـغ مـا يقـارب (92 960 000 ميلاً) والمساويـة لـ (149 604 970 من الكيلومترات)، فعلى سبيل المثال: يقع عطارد (أقرب أجرام مجموعتنا الشمسية إليها – المترجم) على بعد ثلث وحدة فلكية من الشمس ويدور بلوتو الكوكب التاسع في عائلتنا الشمسية على بعد (39) وحدة فلكية عنها.

يُكتب قانون بود رياضياً على الشكل التالي:... $D = (N + 4) / 10$

حيث..... $N = 0$ ، 3 ، 6 ، 12 ، 24 ، 48.....

كما بالإمكان كتابته على الشكل التالي: $D = A + BC^n$

حيث $A=0.4$ ، $B=0.3$ ، $C=2$ ، ..... $n= 0،1،2،3،4$، وهكذا

أول مـن اكتشـف هـذه العلاقـة هـو الفلكـي الألمانـي [يوهان دانيال تايتيوس – (1796 – Johann Daniel Titius (1729] مـن مدينـة (وتنبرك – Wittenberg)، وتمكن (بـود) مـن نشرها بعد ست سنوات مـن اكتشافها. كانت توقعات القانـون مدهشة حقاً في حينها، حيث إن الأرقام المحسوبة لبعد الكواكب المعروفة آنذاك أوشكت أن تطابق التكهنات الرياضية. (لاحظ جدول المسافات بالوحدات الفلكية).

جـدول رقم 5: المسافـات التي تفصل مختلف كواكـب مجموعتنا الشمسيـة عنها مقدرة بالوحدات الفلكية وفـ– Astronomical Unit AU

دقة حسابات قانون بود بـ (الوحدات الفلكية)			
الكوكب	حسابات بود	المتوقع	المسافة الحقيقية
عطارد	0.4 + 0 (0.3)	0.4	0.39
الزهرة	0.4 + 1 (0.3)	0.7	0.72
الأرض	0.4 + 2 (0.3)	1.0	1.00
المريخ	0.4 + 4 (0.3)	1.6	1.52
سيرس	0.4 + 8 (0.3)	2.8	2.77
المشتري	0.4 + 16 (0.3)	5.2	5.20
زُحـل	0.4 + 32 (0.3)	10.0	9.54
يورانوس	0.4 + 64 (0.3)	19.6	19.19
نبتون	(o.3) 124 + 0.4	38.8	30.07

فمثلا كان بعد عطارد (0.39) وحدة، والزهرة (0.72)، والأرض (1.0 بالطبع)، والمريخ (1.52)، والمشتري (5.2)، وزحل (9.55)، ولما اكتشف يورانوس عام (1781) وجاء معدل بعده عن الشمس مساويا لـ (19.2) وحدة وبتوافق كبير مع (قانون بود)، اعتبر العلماء والفلكيون ذلك نصرا مؤزرا للقانون ودليلا ساطعا على صحته ودافعا أكبر لاعتماده، أضف إلى ذلك أنه باكتشاف الجرم (سيرس – Ceres)[1] عام (1801) بمعدل مسافة مدارية مقدارها (2.77) وحدة فلكية وهو الرقم الذي (يجسر) على ما يبدو هوة الخطأ في حساب المسافة الفاصلة بين المريخ والمشتري عن الشمس انبهر الفلكيون لهذا التطابق المذهل بين الواقع والحساب، دفع هذا النجاح الظاهري المذهل(لقانون بود) العلماء إلى التنبؤ بوجود جُرم سماوي كبير يتبع مجموعتنا الشمسية ويقع ما وراء (يورانوس) على مسافة مقدرة بـ (28.8) وحدة فلكية. ولكن على عكس المتوقع ومما أدهش فلكيي تلك الحقبة أن يظهر كل من نبتون (المكتشف عام 1846) على مسافة مقدارها 30.07 وحدة وبلوتو (المكتشف عام 1930) على مسافة مقدارها 39.5 وحدة، وفي ذلك زيغ بين عن المسافة المتوقعة لظهورهما وهي 38.8، 77.2 وحدة فلكية على التوالي! وهنا لابد أن ألفت نظرك إلى أن قيمة الـ (38.8) وحدة المقترحة تقارب الـ (39.5) الحقيقية لبلوتو، ولكأنما أغفل (قانون بود) موقع (نبتون). أطلق (اتحاد الفلكيين العالمي) في عام (2006) تسمية جديدة على كل من سيرس وبلوتو وهي (الكواكب الأقزام).

حار الفلكيون في تفسير قابلية هذه المتوالية العددية البسيطة على التنبؤ بحقائق هائلة في نظامنا الشمسي، وآمن بعضهم بصحتها حتى أنهم ألمحوا إلى أن زيغ مسافات كل من (نبتون)

(1) Ceres– كان يسمى (Ceres 1) وهو أصغر (كويكب) في مجموعتنا الشمسية ويقع في منطقة (الحزام الكويكبي – Astroided Belt) التي تحتل المسافة ما بين كوكبي المريخ والمشترى ويكون (33%) من كتلته. اكتشفه الكاهن والرياضي والفلكي الإيطالي [كيوسب بيازي – 1826-1746) Giuseppe Piuzzi)] في اليوم الأول من شهر كانون ثاني (يناير) من عام (1801). لقد ظل هذا (الكويكب) يعتبر الكوكب الثامن التابع لمجموعتنا الشمسية ولمدة نصف قرن. و(Ceres) هو اسم الآلهة الرومانية الموكولة بالزراعة والإنبات والحصاد والحب (الأمومي). وسيرس هذا هو أكبر كويكب كروي منتظم بلب صخري وقشرة جليدية معروف –ولحد الآن– في مجموعتنا الشمسية. (المترجم).

و(بلوتو) عن قيمهما المحسوبة بموجب هذا القانون ما هو إلا دليلا على أن هذين الجرمين لم يعودا يحتلان مداريهما الطبيعيين في نظامنا الشمسي!

أما اليوم فيخامر التحفظ كثيرا من العلماء حول دقة ومصداقية (قانون بود)، ويؤكد آخرون أنه لا يرتقي حتى إلى مستوى القوانين كونية التطبيق كغيره من قوانين هذا الكتاب! ولعل الحساب الدقيق سيظهر (يقول آخرون) إن نتائجه لم تكن إلا تقريبا عاما أو حسابا لا يتعدى احتمال الصدفة المحضة.

لعلنا نجد في نظرية (الرنين المداري -Orbital Resonance) تفسيراً لتوزيع الكواكب حول الشمس يواسينا عما أصبنا به من خيبة أمل بخصوص ما سبق! وهنا يؤمن بعض الفلكيين بنظرية (الرنين المداري -Orbital Resonance) والذي يفترض حدوثه عند وجود جرمان يدوران بمدارين متناغمين برقم بسيط صحيح، عند ذاك يُسلط الجرمان، أحدهما على الآخر قوة جذب ثابتة. يُحتم وجود هذه الظاهرة بين الأجرام الدائرة حول الشمس وجود مجالات ومدارات لا تتمتع بصفة الاستقرار على المدى البعيد، وكثرة هذه المدارات غير المستقرة حول الشمس هو ما يفسر دوران الأجرام المعروفة في مداراتها الحالية واستقرارها فيها إلى أبد غير منظور.

للفضوليين فقط:

• يعود الفضل في تسمية الكوكب السابع في مجموعتنا باسمه الحالي (يورانوس) لبود، وهو اسم أحد الآلهة في الميثالوجيا الإغريقية. دأب يورانوس - Uranus - (الإله) على مضاجعة (الآلهة جايا - وهي الآلهة الأم - الأرض) كل ليلة حتى ملت منه، كما حرص على حبس كل أبنائه الصغار منها داخلها خوفا منهم ومن انتقامهم لأمهم منه. ضاقت (جايا) الأم ذرعا بزيارات (يورانوس) الليلية المتكررة والمزعجة فعمدت إلى الحيلة لتخلص نفسها من هذا الزائر الممل ولتحرمه لذة الأبوة لبنيه منها إمعانا في انتقامها منه.

ابتكرت (جايا) فكرة إغراء أحد أولادها وهو (كرونوس -Cronus) ليخدع أبيه

ويخصيه على أن يرمي بخصيتيه الممزقتين إلى جوف المحيط. دأب (يورانوس) منذ ذاك على الخوض في المحيطات بحثا عنهما، وعرف منذ ذلك الحين بإله المحيطات ولم يُر بعدها إلا وفي يده شوكة صيد!.

أقوال مأثورة:

- لم يتمكن البروفيسور (بود) من تفسير قانونه ولا كيف يعمل ولكن كل من استطاع الجمع والضرب أيقن وبدون أدنى شك بصحة هذا القانون بالفعل.

لي

Willy Ley، (Watchers of the Skies).

مقتطف من كتابه (مراقبو السماء).

- قانون بود: لا هو بقانون ولا هو لبود!

لتمن

Mark Littmann، (Plancts Beyond)

مقتطف من كتابه، الكوكب الأبعد.

- لا يوجد ما وراء المريخ إلا الفراغ ولم يفلح العلماء لحد الآن في رؤية أي جرم هناك، فهل يُعقل أن يُغفل خالق الكون (سبحانه) هذا الفضاء ويترك هذا الفراغ خاليا؟ بالطبع لا! فابحثوا عما هنالك!

بود

Johann Bode، (Instruction for the Knowledge of the Starry Heavens)

يوهان بود - من كتابه - إرشادات لمعرفة أسرار السماوات ونجومها.

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

ولد الفلكي الألماني [يوهان الرت بودوه - كما يلفظ بالفرنسية - Johann Elert Bode (1747-1826)]، والذي اشتهر بصياغته للقانون المعروف باسمه والذي

يبين تناسب بُعد بعض الكواكب عن الشمس بأعداد بسيطة، في مدينة (هامبورك – Hamburg) بألمانيا لأب ألماني اشتغل بالتجارة. لا نعلم الكثير عن صباه ولكننا نعلم انه اشتهر بعيد عام (1768) بعد نشره لكتابه ذائع الصيت (Anleitung zur Kenntnis des Gestirnten Himmels)، (إرشادات لمعرفة أسرار السماوات ونجومها) حيث تضمن هذا الكتاب الشروح التفصيلية لقانونه الشمولي لحساب مسافات الكواكب عن الشمس والذي أغفل فيه – عن عمد – ذكر مكتشفه الحقيقي الفلكي الألماني (يوهان تايتيوس– Johann Titius).

لم يدرك (تايتيوس) أهمية اكتشافه للوهلة الأولى فكل ما سجله بشأنه كان ملاحظة صغيرة عابرة ذُيِّلت بها إحدى صفحات ترجمته الألمانية لكتاب عالم الطبيعيات (شارل بونيت– Charles Bonnet) المعنون – فهم الطبيعة – (Contemplation de la Nature).

لعبت الصدفة دورها فاكتشف (بود) تلك الملاحظة وحشرها في طبعته الجديدة لكتابه في الفلك بلا أدنى إشارة إلى (تايتيوس). كتب مارك ليتمن –Mark Littman) في كتابه (ما وراء الكواكب: قصة اكتشاف النظام الشمسي الخارجي) يصف ما حدث بقوله:

> ((من المنصف الجزم بأن تلك الملاحظة الفذة التي توصلت إليها عبقرية (تايتيوس) والتي طُمرت بين صفحات كتاب لمؤلف آخر لم تكن لترى النور لولا أن صادف وعثر عليها (بود). كان (بود) شابا مفعما بالحيوية، ألمعي الذكاء جاهد لتعليم نفسه ذاتياً فلم يكد يبلغ عامه الحادي والعشرين حتى أبهر العالم بكتابه الشهير (إرشادات لمعرفة أسرار السماوات ونجومها) وحاز إعجابه. حصل بود في عام (1772) على وظيفة (المحرر) لدى الأكاديمية الألمانية للعلوم، فعمل جاهدا لإعادة صياغة وإخراج دوريتها المعروفة (حوليات الفلك) والتي كانت ضعيفة التوزيع هزيلة الريع حينما استلمها. استطاع بجهوده الجبارة ومثابرته أن ينقذ تلك الدورية من خسائرها المالية المتراكمة حتى حققت أرباحا ملفتة، أما كيف تم له ذلك فكان من خلال إعادة تحرير مقالاتها وتصحيح أخطائها وإعادة إخراجها إضافة إلى تطعيمها بما جد من أخبار العلم

والعلماء حول العالم. وبعد نجاحه في إنقاذ (حوليات الفلك) تعاقدت أكاديمية برلين للعلوم معه على إجراء بعض الحسابات الرياضية المعقدة وعينته مديرا المرصد برلين. نشر في عام (1801) – وكان لايزال على رأس إدارة المرصد – كتابه ذائع الصيت (الشامل – Uranographia)، وأقل ما يقال عن (الشامل) هذا هو أنه أطلس آسر الجمال رائع الإخراج حرص (بود) فيه على إظهار مواضع كافة الكواكب والأجرام السماوية على صفحة السماء بأسلوب فني أخاذ، كما ذيله بلوحات فنية تمثل كافة التجمعات الشمسية الممكن رؤيتها من الأرض على صفحة السماء. تجلت عبقرية المؤلف والفنانون الذين استعان بهم وبقابلياتهم الفذة ودقتهم البارعة على إظهار كافة النجوم والكواكب، وقد طابقت أماكنها في أجسام الأبطال وأجزاء الحيوانات ومعالم الشخصيات الأسطورية والميثالوجية التي تمثلها بتناسق وتناسب مدهشين بين تلك التجمعات النجمية والتفاصيل التي تحمل أسماءها. نجح هذا المشروع أيما نجاح، الأمر الذي أغرى (بود) بإصدار تسمياته وتصوراته الخاصة عن المجاميع النجمية آنفة الذكر وألحقها في أطلسه بل موسوعته المسماة (الشامل)، فمثلا عمد إلى إطلاق اسم الآلة الكهربائية على إحدى التجمعات وقرنها برسم لمولد كهرباء ستاتيكي. لم تبلغ تصورات (بود) ورسومه درجة الروعة والكمال الذي ابتدعتهما العبقرية الرومانية بتصوير الآلهة الخوارق وإطلاق أسمائها وإسقاط مشاهدها على الكواكب والأجرام ولذا سرعان ما وجدت (مجاميع بود) ورسوماته طريقها سريعاً إلى زاوية النسيان)).

تضمن (الشامل) ثماني عشرة خارطة نجمية وإسقاطان قطبيان مع بعض التصحيحات التي تسمح بإظهار التجمعات النجمية غير ثابتة الظهور. وثق هذا السفر الفريد ما يقارب من (1700) نجمة، و (2500) سديم وجمع صورا ومواقع واحتوى أسماء كافة الأجرام التي سبق اكتشافها ورسمها خلال القرون السالفة.

يؤرخ (الشامل) كذلك لنهاية الحقبة الزمنية الطويلة التي دأب الفنانون والفلكيون خلالها على رسم وضم كل التجمعات النجمية في مجلد واحد، لأنه مع ضخامة هذا العمل

وتضخمــه،... لم يعد بالإمكان اعتباره المرجع الموحد والوحيــد لدراسة الفلكيين المحترفين والهــواة علــى قدم المساواة، إذ سرعان ما تنازل هذا العمــل الضخم الموحد (والذي ضم بين دفتيه كافة الأجرام بــلا استثناء وقد أسقطت على مواضعها تحف الرسوم الفنية للشخصيات والأبطال الأسطوريين) عن مكانته وفقد شعبيته ومبيعاته لصالح بناته من صغريات الأطالس وملحقــات الكتب المصورة والتــي حوت الواحدة منها عددا متواضعــا، سواء من المجاميع النجمية أو من الصور التوضيحية المرافقة لها.



المجموعة النجمية المسماة بكوكبة العذراء (Constellation Virgo). مقتبسة من كتاب وأطلس نجوم يوهان بود المسمى بـ (الشامل – Uranogrophia) والمنشور في عام (1801).

عمل بود سوية مع [يوهان هنريخ لامبر (1777–1728) Johann Heinrrich Lambert] (انظــر قانون لامبير للانبعاث الضوئي) على إصــدار (الكتاب الفلكي السنوي) وبعد ذلك أصدرا معا (كتاب برلين الفلكي السنوي)، هذا التقويم السنوي الرائع الذي واظبا على إصداره حتى وفاة (بود) في عام (1826).

اكتشــف عالمنا القدير خلال حياته العديد من السدم والتجمعات النجمية ولعل شهيته لذلــك قد تعدت حدودهــا لدرجة أنه أضاف مــن عنده وبلا تمحيــص العديد من تلك

الأجـرام الكونيـة والتجمعات الفلكيـة التي لا وجود لها في الواقـع. بلغ عدد الأجرام السماويـة التـي ادعى (بـود) اكتشافها وثبت أمكنتهـا (كذباً!) علـى خرائطه الفلكية عشـرون جرما! لم يكن لأي منهـا... ولم يستطع أحد بعده أن يثبت لها أي وجود! ومع ذلـك لا يمكن إغفال فضله في مراقبة العديد من المذنبات ووصفها، واستطاعته حساب مداراتها وإثباتها فعلا في موسوعته.

لقـد أُعجب (بود) أيما إعجاب بالكوكب الجديـد (يورانوس – Uranus) والذي كان قـد اكتشفه الفلكي الإنجليزي (ألمـاني المولد) [وليام هرشل (1738 – 1822) William Herchel] في عام (1781). ومن الطريف أن تبوء كل جهود هرشل هذا (وهو المكتشف الشرعـي للكوكب) لتسميه الكوكـب الجديد على هواه بالفشل، فلقـد حاول جاهدا منذ البدايـة إطـلاق اسم (نجمه جـورج – Georgium Sidus) عليه تيمنـا (بالملك جورج الثالـث) ملـك بريطانيا في تلك الفترة، ولكـن اقتراح بود وإصراره علـى إطلاق اسم الإله الروماني (يورانوس) عليه ظل قائما. ورغم أن العديد من فلكيي فرنسا كانوا قد بدؤوا (من جهتهـم فعلا) بتسمية هذا الكوكب باسم مكتشفـه كما جرت العادة في تسمية الكواكب المكتشفـة حديثـا إلا أن ثبات (بـود) على رأيه وطول نفسه وإلحاحه مـا لبث أن رأى النور أخيرا في عام (1850)، فلم يعد كوكبنا يُعرف إلا باسمه الحالي (يورانوس).

عكف (بود) على جمع الملاحظات الفلكية المتوفرة حول كوكبه الأثير إلى قلبه وعمل على نشرهـا في دوريتـه المحبوبة (كتابه الفلكي السنوي)، ومع تعمقـه في دراساته وتقصيه أدرك أن أول مـن راقب هـذا الكوكب بدقة وسجل ملاحظاته حوله كان الفلكي الألماني [توبياس مايـر (1723 – 1762) Tobias Myer] في عـام (1756) لم يسبقه في ذلك إلا الفلكي البريطـاني [جـون فلامستيـد (1646 – 1719) John Flamsteed] في عام (1690) والـذي كان أيضا قد راقبه بدقة وثبّـت مداراته في مذكراته الفلكية ولكن تحت اسم آخر هو النجم (تايوري 34 – Star Tauri).

استمـرت حياة (بـود) حافلة بالشهرة والإنجـازات العلمية والفلكيـة فانتخب عضوا في

أكاديمية برلين عام (1786). ولكن القدر لم يمهله كثيراً فما ما لبث أن وافته المنية في العام التالي وهو عاكف على إتمام كتابه الفلكي السنوي لعام(1830).

سُميت إحدى فوهات القمر والبالغ قطرها (18 كيلومترا) باسمه وتمت المصادقة على التسمية من قبل الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العالميين في عام (1935) كما سمي السديم الذي اكتشفه عام (1923) باسمه أيضاً، أضف إلى ذلك تسمية المجرة (رقم M81) والتي اكتشفها بنفسه باسمه فصارت تُعرف الآن [يسديم أو مجرة بود – Bode's Nebula or Bode's Galaxy] تيمنا به كذلك.

بانت معالم الإيمان (لبود) جلية في العديد من منشورات الكاتب (دافيد دارلنك – David Darling) الذي كتب يقول:

((آمن بود أنه لابد وأن تكون كافة الأجرام العظيمة في السماء (كالشمس والنجوم والكواكب والأقمار وحتى المذنبات)مأهولة بالسكان، كما أكد على أن إيجاد وجود الكائنات الذكية العاقلة لابد وأن تكون (غاية الخالق الأسمى من خلقه)، وأن أشكال الحياة تلك في طول الكون وعرضه لابد وأن تكون مؤهلة لإدراك موجدهم وخالقهم كما ولابد أن تكون لهم (بالضرورة) ملكة حمده على نعمة خلقه لهم وإيجاده إياهم)).

تساءل بود كذلك – في محضر رده على من اعتبر الظروف الكونية غير ملائمة للحياة على سطح الكواكب والشموس والمذنبات – مستفسراً:

((من منا يستطيع إثبات عجز الخالق على تهيئة الظروف الخاصة، والأجواء الملائمة، والإحداثيات المناسبة لتكون بشكل أو بآخر مناسبة لحياة سكان أي من تلك الأجرام السماوية كل حسب حاجاته واحتياجاته؟)).

لقد آمن (بود)كذلك باحتمالية (نهائية الكون المحسوس)، ولكنه ظل موقناً أنه لابد للكون المحدود مهما عَظُم من خالق إله يفوق ما خلق قدرةً ويبز ما أوجد إدراكاً وحكمةً.

مصادر اضافية وقراءات أخرى:

Darling, David, "Bode, Johann Elert (1747–1826)," in *Encyclopedia of Astrobiology, Astronomy and Spaceflight*; see www.daviddarling.info/encyclopedia/B/Bode.html.

Frommert, Hartmut, and Christine Kronberg, "Johann Elert Bode (January 19, 1747–November 23, 1826)," SEDS (Students for the Exploration and Development of Space); see www.seds.org/messier/Xtra/Bios/bode.html.

Littmann, Mark, *Planets Beyond: Discovering the Outer Solar System* (New York: Courier Dover Publications, 2004).

Sticker, Bernhard, "Johann Bode," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

• ما هي النظرية؟ النظرية كما أراها هي جملة موزونة تحيي حقيقة، هذه الحقيقة لا تزال مفترضة (غير مثبتة) ولكن مجرد وضعها يزيل أدنى شك عن حقيقة وجودها فعلا وما تعنيه.

اينشتين

Albert Einstein to Edward Study, September 25, 1918.

من رسالة لالبرت اينشتين إلى ادوارد ستدي - سبتمبر 25، 1918.

• لقد خامرتني ومنذ أمد بعيد فكرة وجود (النظرية الفيزيائية النهائية)، لا أخالني أرى الآن انفراجاً لكافة أسرار الفيزياء إلا كما أرى حسـابا كاملا لكافة احتمالات لعب الشطرنج والنرد والطاولة وغيرها بحيث يزيل تعقيداتها كلها جميعاً! في تلك اللحظة لن تكون الفيزياء بحاجة إلى الرياضيات. فسيتم فهم آلية الكون بقوانين فيزيائية بسيطة.

فينمن

Richard Feynmann, (The Character of physical law).

مقتطف من كتاب ريتشارد فينمان - خصوصية القانون الفيزيائي.

• لن تجد قوانين الطبيعة مكتوبة بنور على قارعة الطريق!! لابد أن تباري بذهنك وتساؤلاته كل مكرهـا ومنـاورات اختبائها وعليك أن تسـتقطر غايتك من عمق خوافيها ومن طلاسـم دواخلها!!..

فهل أنت أهل لهذه المنازلة؟

ديوي

John Dewey، (Reconstruction in Philosophy).

جون ديوي - من كتابه (إعادة التشكيل في الفلسفة).

• إذا أنت استبعدت وجود الإله الخالق (سبحانه) معنا في (عالمنا الطبيعي) هذا، واعتبرته (ما فوق الطبيعـي)، فمـا يمنعه في حالات محددة أن يقرر (إتحاف) عالمنا الطبيعي بصـنائع أرادهـا هو، ... لابد وأن تظهر لنا كمعجزات؟ أما إذا آمنت بوجوده وبوضـعه لقوانين الطبيعة (وهو من ضـمنها).. فما الذي يمنعه (وفي لحظة ما، ... وإذا ما رأى ضرورة لذلك) من تغيرها أو إيقافها لبرهة من الزمن؟ ألن تحدث حينذاك ما سنعتبره معجزة بمفهومنا (الطبيعي) للعالم؟

كولنز

Francis Collins، (God vs، Science)، an interview، Time، November 13، 2003.

فرانسس كولنز (الله والعلم) مقابلة في مجلة TIME تايم عدد نوفمبر13، 2006.

• لا إطلاق أبدا في بنية ولا في أساسيات العلم كما نراه بمنظورنا الموضوعي. لا يستند العلم بأي حـال من الأحوال على (صـخرة) مفاهيم صـلدة لا تُقهر، لا بـل يرتفع صرح نظرياتـه، خلابة الجمال، متناسقة البناء عالياً، رويداً رويداً فوق أرض رملية هشة!

هل سبق لك وأن شاهدت بناء مترفا شاهقا يرتفع فوق أرض رملية هشة؟ إنه يرتفع فقط على دعاماته المغروزة عميقا داخل التربة الرخوة. سـتظل الأرض الرملية رخوة وستبقى الأعمدة بعيدة عن أية قاعدة حجرية صلبة. نتوقف عن الحفر ونرضى بفخامة بنائنا الشامخ ونطمئن على سلامته، لأننا دفعنا دعائمنا فقط إلى الحد الذي يكسبها التماسك والصلابة وإلى الحد الذي نطمئن على استقرارها لعمل بنائنا المنشود إلى فترة محددة زمنيا وبمواصفات محسوبة مسبقا. لن يرتفع أي بناء لأننا وصلنا (بأساساتنا وباطمئنان) إلى ما لا جدال عن صلابته آملين أنه سيضمن صموده إلى الأبد وتحت كافة الظروف.

بوبر

Carl Popper، (The logic of Scientific Discovery)

كارل بوبر في (منطق الاكتشاف العلمي).

• إذا آمنا بالمنطق القائل بأن كل ما حصلنا عليه من علوم ومعرفة ما هو إلا نتاج حواسنا (الخمسة) وخلالها، (رغم قصورها)... فلابد لنا أن نُسلم (منطقياً أيضا) بأن كل قوانيننا وما نستشعره من الطبيعة بواسطتها ما هي إلا نتائج قاصرة البيان، محدودة التطبيق، بعيدة عن الخلود كأفضل احتمال.

برسك

Robert Pirsig، (Zen and the Art of Motorcycle Maintenance).

مقتطف من كتاب (زين وفن صيانة الدراجات) لروبرت برسك.

• ينحصر واجب الفيزيائي في اكتشاف قوانين الكون الأساسية والتي بالإمكان توقع تصرفاته لاحقاً من خلالها. لا يمكننا تحديد منهاج منطقي مقنن ولا وسيلة قائمة بذاتها لاكتشاف تلك القوانين، وكل ما يمكننا الاعتماد عليه في ذلك هو الإلهام والبصيرة والفهم العميق لكنه التجارب وحيثياتها. وإذا كان الحال كذلك؛ فسيكون بإمكان هذا المنهج (المبني على الشك والتتبع العلمي والمنطقي)، أن يبدع لنا أي عدد محتمل من النظم الفيزيائية النظرية المعقولة منطقاً والمقبولة فهماً، كلها صامدة للنقاش، وقابلة للاختبار، ومقبولة للمنطق ومحكمة بالحساب. أي أنها (كلّها) ستكون صحيحة نظريا.. ولكن أثبت تطور الفيزياء التجريبية وواقع تصرف الكون.. أنه وفي أي لحظة من لحظات الزمن لا يمكن قطعا (من بين كل ما يمكن للذهن البشري إبداعه من نظم ونظريات) إلا لإحداها فقط أن تنال كأس السبق وأن تتبوأ موقع الصدارة، وأن تثبت جدارتها وصمودها أمام كافة التجارب العلمية والعملية وتوقعاتها.. وهكذا يختار الكون لغة واحدة فقط يكلمنا بها، قد نفهمها إذا أصغينا إليه بذكاء وباهتمام.

اينشتين

Albert Einstein، (Principles of Research).

البرت اينشتين في (مبادئ البحث).

قانون كولوم للكهربائية المستقرة

COULOMB'S LAW OF ELECTROSTATICS

فرنسا، 1785

تتناسب قوتي التجاذب والتنافر بين شحنتين كهربائيتين مستقرتين طرديا مع مقداريهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما.

محاور ذرات علاقة:

(قانون نيوتن للجذب العام – NEWTON'S LAW OF UNIVERSAL GRAVITATION)، و(نظرية انشتين – EINSTEIN'S SPECIAL THEORY OF RELETIVITY) للنسبية الخاصة، و(قانون كولوم للاحتكاك – COULOMB'S LAW OF FRICTION).

من أحداث عام (1785)

- أصدر لويس السادس عشر ملك فرنسا قانونه الشهير بحظر تداول كافة المناديل أو استعمالها ما لم تكن مربعة الشكل!
- تم ولأول مرة عبور القنال الإنكليزي ببالون طائر من قبل الفرنسي (جين – بيير بلانشار – Jean – Pierre Blanchard) والأمريكي (جون جيفريس – John Jeffries).
- تم قبول الدولار كعملة رسمية لعموم الولايات المتحدة الأمريكية.

نص القانون وشرحه:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2},$$

يبلغ مقدار القوة بين شحنتين نقطتين في فراغ حر القيمة «(F)»؛ حيث:

q_1 و q_2 مقدار الشحنتين مقاستان بوحدة للكولوم.

و r المسافة الفاصلة بينهما بالمتر، و ε_0 ثابت الحرية الفراغية ويساوي (8.85×10مرفوعة إلى القوة السالبة 9 فاراد/متر) و (F) مقدار القوة مقاسة بوحدة النيوتن.

يُرمز للكولوم بالحرف (C) ويُعرّف بأنه مقدار الشحنة المارة عبر نقطة في سلك خلال ثانية واحدة عند تسليط تيار عليه يبلغ أمبيراً واحداً.

أي أن (1C=1A×s)، حيث (A) هي وحدة التيار بالأمبير و (s) وتعني ثانية زمنية واحدة. (وهنا لا بأس أن نُذكر بأن قوة التنافر تبعد أي شحنتين متماثلتين بينما تُقربهما قوة التجاذب متى ما اختلفتا).

يظهـر لنا القانون تناسب القوة (F) طرديا مع حاصل ضرب شحنة الجسمين وعكسيا مع مربع المسافة بينهما مقاسة على طول الخط الوهمي المستقيم الواصل بين مركز الشحنتين.

وبالإمـكان جمع قيم الشحنات جبريـا عند تواجد الإلكترونـات والبروتونات في موقع واحـد، كما وتعتبر كافة الشحنات والأجسام المشحونة في الطبيعة مضاعفات كاملة عدديا لقيمـة أي مـن شحنتي الألكترون أو البروتون المتساويتان قيمة والمختلفتان إشارة[1].

يُرمز لكل من شحنتي الألكترون والبروتون بـ Q e ، Qp على التوالي وتبلغ قيمتاهما:

$$Q_e = -(1.60217733 \pm 0.00000049) \times 10^{-19}$$

من الكولوم الواحد...

$$Q_p = +(1.60217733 \pm 0.00000049) \times 10^{-19}$$

من الكولوم الواحد كذلك.

قـام عالـم الفيزيـاء النوويـة المعـروف [ارنسـت رذر فـورد (1937 - 1871) Ernest Rutherford] بإجـراء العديـد من التجارب على جزيئات (ألفا)[2] واستطاع

(1) يستثنى من ذلك (الكواركات -Querks) التي بإمكانها أن تحمل كسورا من وحدة الشحنة - (المترجم)

(2) جزيئـات ألفـا هـو الاسم الذي يطلق علـى أنوية غاز الهيليـوم والتي تتألف الواحـدة منها من بروتونـين ونيوترونين فقط - (المترجم).

إثبات دقة (قانون كولوم) على جزيئات لا تفصل بينها إلا أبعاد ذرية ضئيلة جدا - كأن لا تتعدى قيمة (r) الـ(10 مرفوعة إلى الأس السالب 12) سنتيمترا.

وبالمثل أثبتت التجارب الحديثة صحة تطبيقات (قانون كولوم)على مدى هائل من الأبعاد الفاصلة بين الجزيئات والأجسام مما يقارب من البيكو (Pico) المتر (- وهذا ما يساوي جزءا واحدا من 100 مليار (أي مليون مليون) جزء من السنتيمتر الواحد (أي ما يعادل حوالي عُشر ($^{1}/_{10}$) قطر نواة ذرة الهيليوم)وحتى إلى (أي مسافة فاصلة تبلغ المليون متر)، ومن الواجب في هذا السياق التنويه إلى أن دقة (**قانون كولوم**) تعتمد أساسا على استقرار الشحنات (بمعنى انعدام حركتها)، وذلك لما للحركة من تأثير وتغيير في قيم الشحنات نتيجة لما يصاحبها من حقول مغناطيسية محتثة.

تعتبر قيمة (الكولوم الواحد) من الشحنة الكهربائية المستقرة كمية كبيرة جدا مقارنة بما يحمله الألكترون الواحد منها، ولإدراك قيمة وتأثير شحنة (الكولوم الواحد) دعني أسوق لك المثال التقريبي التالي: إذا افترضنا وجود جسمين على أحدهما شحنة موجبة مقدارها كولوم واحد وعلى الآخر عين المقدار، ولكن بعكس الإشارة ويفصل بينهما متر واحد، فلك حينذاك أن تتخيل مصير جسم ثالث بينهما وهو يسحق بقوة صافية مقدارها ألف مليون نيوتن والتي تعادل مليونا من الأطنان!

ولهذا يستعيض العلماء - بعد ما تبينت لهم ضخامة وحدة الكولوم بوحدات قياس أصغر كالميكروكولوم المساوي لجزء من مليون جزء منه ($10^{-6}C$)، أوالبيكوكولوم والمساوية لجزء من مليون مليون جزء منه ($10^{-12}C$)،، وإلا فهم غالبا ما يستخدمون قيمة شحنة الألكترون نفسها (1.602×10^{-19} C) e من الكولوم كوحدة للقياس.

يطلق العلماء على كل من (قانوني كولوم) في الكهربائية المستقرة و(نيوتن في الجذب العام) اسم (قانوني الفعل عن بعد) بمعنى اشتراط انعدام وجود أي عامل ثالث خلاف الشحنات نفسها والمسافة الفاصلة بينها. (وللتذكير هنا نقول إن قانون نيوتن يحدد قوى التجاذب بين كتلتين m_2 ، m_1 تفصلهما مسافة محدد بـ($F = m_1 m_2/r^2$) أما مقدار القوة الناتجة عن الجاذبية الأرضية فيحددها القانون ($F_g = Gm_1 m_2/r^2$) حيث F_g هي قوة الجاذبية

الأرضية و G هو مقدار التعجيل الأرضي).

تُظهر الملاحظة العابرة لقانوني (كولوم) و(نيوتن) التشابه الملفت بينهما، فكلا قوتي الجاذبية والكهربائية المستقرة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب مقداريهما (كتلة كانت أم شحنة) وعكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما، وقد يخطر على بال الدارس المبتدئ للقانونين أن القوى المنصوص عليها فيهما آنية التأثير عند تغير موقع الأجسام ذوات العلاقة، إلا أن الواقع يناقض ذلك؛ بمعنى إذا تحركت إحدى شحنتين (أو إحدى كتلتين) حسب قانون كولوم (أو نيوتن) فلابد للقوة المسلطة على الأخرى أن تحدث تأثيرها ولكن بعد وجود فاصل زمني محدد بالاستناد إلى دراستنا للنظرية النسبية الخاصة لانشتين.

دعنا نوضح ما سبق فنقول إنه لا يمكن لسرعة أية إشارة (حسب نظرية اينشتين) أن تتخطى سرعة الضوء، بمعنى إذا ما تحركت أية شحنة فلابد أن يمر بعض الوقت (مهما ضؤل) لإحساس الأخرى بها. وبنفس المنظور إذا ما تخيلنا (اختفاء) أي شحنة أو انقطاعها عن تجربة قائمة، فلابد للشحنة الأخرى أن تتأثر بذلك... ولكن بعد حين! يصدق هذا التأثير على الكتل التي تشدها الجاذبية بعضها إلى بعض، كحال الأرض في دورانها حول الشمس أو القمر وهو يدور حول الأرض؛ فإذا ما قدر للشمس أن تزال (في لحظة من الزمن!) فإن الأرض المتأثرة بجاذبيتها ستستمر بالدوران حول الشمس (المفقودة) لعدة دقائق أخرى لأنه لا يمكن لتأثير الجاذبية أن ينتقل إلى الأرض بسرعة أكبر من سرعة الضوء (ثمان دقائق ونيف في هذه الحالة)، وعليه يستمر أي جسم بتأثره بمفعول القوة المسلطة عليه من قبل اي جسم آخر (كهربائية كانت أم جاذبية) لفترة تطول أم تقصر وكان الجسم المفقود لا يزال موجوداً.

بالرغم من وجود بعض التشابه بين قانوني (كولوم للشحنات) و(نيوتن للجذب العام) – فإن الاختلاف بينهما بيِّن، فبإمكان قوى كولوم أن تكون جاذبة أو نافرة بينما لا يمكن لقوى الجاذبية إلا أن تكون جاذبة. كذلك تعتمد مقادير قوى كولوم على الوسط الفاصل بين الشحنات، بينما لا يكون الحال كذلك بالنسبة لقوى (نيوتن)، وعليه يصبح بإمكاننا على سبيل المثال إعادة كتابة (قانون كولوم) وجعله أكثر شمولية بابدال (ε) بدل (ε_0)

في القانــون السابق، عندما تكون المطاوعة الكهربائية (ε) هــي الصفة الكهربائية للوسط المحيط بالشحنتين ويمثــل ε_0 رمز المطاوعة الكهربائية للفراغ، فعندما تتساوى قيمتي (ε) و (ε_0)، سيكون

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon}.$$

فسيبلغ الثابت K والمسمى ثابت كولوم قيمة مقدارها ($9\times10^9\ N.m^2/C^2$)

ومن المعلوم عمليا أن للأوساط الناقلة للكهرباء قيم مطاوعة كهربائية تفوق ε_0 وهي (قيمة المطاوعــة الكهربائية للفراغ) ويعود سبب ذلك لخلو الفراغ – بطبيعة الحال – من أي وسط ناقل للشحنة فلابد لقيمة مطاوعته الكهربائية أن تكون أقل من قيمتها لأي وسط ناقل آخر. يفترضــ العلمــاء إجراء تجاربهم في الفــراغ إذا ما تم إجراؤها في الهــواء الجاف اعتمادا على حقيقة أن مطاوعة الهواء الجاف الكهربائية تكاد تساوي تلك التي للفراغ، ففي هذه الحالات تحسب قيمة المطاوعة الكهربائية لكافة المواد منسوبة لقيمتها في الفراغ. والآن إذا فرضنا أن المطاوعة الكهربائية النسبية لوسط ما تساوي(ε_r)، فإن مطاوعته الكهربائية المطلقة ستحسب كحاصل ضرب ($\times$) قيمتي (ε_0) $\times$ (ε_r)

يرينا الجدول رقم (6) قيم المطاوعة الكهربائية النسبية لبعض المواد في درجة حرارة الغرفة، علما أنها قابلة للتغيير اعتمادا على درجة حرارتها وتركيبها فللأنواع المختلفة من الورق مجال بيّن من قيم المطاوعة الكهربائية على سبيل المثال.

لابد من الإشارة إلى أن دقة (قانون كولوم) تعتمد على حقيقة كون كافة الشحنات المدروسة نقطية بطبيعتها، بمعنى اختزال مقدارها ومكان تواجدها إلى مجال متناهي الصغر من الفراغ. وبمــا أننا نعلم وجوب تموضع الشحنات في كافة تجارب عالمنــا الواقعي على أجسام أبعادها محسوبــة، عندها يصح استخدام (**قانــون كولوم**) على تلك الأجسام، فقــط إذا كانت أبعادها صغيرة جدا مقارنة بالمسافة الفاصلة بين مراكز شحناتها.

أعيــدت صياغة هذا القانون في العصور الحديثة ليمكن تطبيقه على الشحنات غير النقطية بإدخال العمليات التفاضلية والتكاملية على أصل صيغة القانون مع الاحتفاظ بتسميته:

الجدول رقم 6: ويمثل مقدار المطاوعة الكهربائية النسبية (ε_r) لعدد من المواد الشائعة.

يمثل مقدار المطاوعة الكهربائية النسبية (ε_r) لعدد من المواد الشائعة		
Material	Approximate Relative Permittivity Values، ε_r، at 300 °K	اسم المادة
Vacuum	1 (by definition)	الفراغ (حسب الاتفاق)
Air	1.0005	الهواء
Polyethylene	2،2	البولي إثيلين
Lucite (trade name for a clear plastic)	2،8	البلاستيك
Cocaine	3،1	الكوكايين
Paper	3،3	الورق
Mica، muscovite	5،4	المايكسا
Rubber، Neoprene	6،6	المطاط
Bone، cancellous (spongy)	26	العظام الإسفنجية
Methyl alcohol	32	الكحول المثيلي
Brain، gray matter	56	المادة السنجابية من الدماغ
Water (20 C)	80	الماء
Lead titanate	200	تيتانيات الرصاص

وفي الختام لابد من الإشارة ولو بسرعة إلى مفعول قوة مهمة جدا هي قوى الجذب الذرية، فمن الملاحظ عدم تاثر البروتونات موجبة الشحنة من داخل نـواة الذرة إلى خارجها رغم عظم قوة كولوم النافرة التي تحملها، يعود الفضل في ذلـك لقوى الجذب الذرية التي تؤكد فعلها بضم البروتونات بشدة إلى بعضها داخل النواة وتمنع تطايرها وتحافظ على استقرارها لتفوقها على الأولى.

دعني أنهي هذا القسم بمسألة بسيطة لتوضيح أثر قانون كولوم حسابيا.

لنفترض تعليق كرتين متماثلتين بالكتلة (0.20) غرام لـكل منهما، من عين النقطة أسفل سقـف بواسطة خيطين يبلغ طول الواحد منهما 50 سنتيمـترا. والآن بالنظر لتشابه شحنتي الكرتـين فإنهما ستتدليان من السقف دون أن تمسّ إحداهما الأخرى وسيفصل كلا الخيطين

عــن العمود النــازل من السقف زاويــة ومقدارها (37 درجــة). ولحل المسألــة، ارسم مثلثا متساوي الساقين فيكون رأسه نقطة ثبات الخطين في السقف ونهاية ساقيه المتساويين موقعي الكرتين في الفراغ، فإذا فرضنا تساوي الشحنتين أمكن حساب قيمتيهما.

وتستعمل القيم المثلثية البسيطة لحل هذه المسألة علما بأن وزن أي جسم يساوي كتلته m مضروبة في سرعة التعجيل الأرضي g ويساوي ($9.8m / sec^2$) والآن لننظر أولا إلى الكرة على الجهة اليسرى ونحلل القوى المسلطة عليها فسنجدها ثلاثة؛ وزنها إلى الأسفل (mg)، قُوة الشد على الخيط المربوط بها (T)، والقوى النافرة لها (F) والمسلطة عليها من قبل الكرة التي هي على اليمين. تتساوى القوتان على المحورين السيني والصادي بالنظر لاستقرار النموذج.

تحسب القوة على المحور السيني هكذا،

$$F_x - 0.6T = 0$$

وتحسب القوة على المحور الصادي هكذا،

$$0.8T - (0.2)(10^{-3}\, kg)\,(9.8\, m/s^2) = 0$$

وعند مساواة الحدين، نحصل على قيمة المجهول (T) كما يلي:

$T = 2.45 \times 10^{-3}$ N وعند تكملة الحل ...

سنحصل على المجهول.... $F_x = 1.47 \times 10^{-3}$ N

ونستطيع حساب القوة (F_x) فنقول $F_x = 1.47 \times 10^{-3}$ N وتمثل قوة النفور بين الكرتين.

وبتعويضها في قانون كولوم يمكننا حساب الشحنة الكهربائية على الكرتين كالآتي:

$$1.47 \times 10^{-3} = (9 \times 10^9)\frac{q^2}{(0.60)^2}$$

أمكــن إيجاد المسافة بين الكرتــين (0.60 م) بحساب المثلثات لطــول الخيط مقداره (50 سنتيمــترا) وزاوية مقدارها (37 درجة)، وبحل المعادلة لإيجاد (q) نجدها تساوي [2.4 × (10 مرفوعة إلى القوة السالبة 7)] كولوم تقريبا أو (2.4 مايكرو كولوم) وهي

الوحدة التي يرمز لها بـ (μC).

ومن نافلة القول إن القوة المسلطة على أية شحنة نقطية تشكل عنصرا من مجموع شحنات متعددة هي محصلة المجموع الجبري للشحنات التي يحملها كل عنصر من عناصر المجموعة.

للفضوليين فقط:

- كان لعبقرية كولوم الهندسية الدور الفعال في إعادة الخصوبة (لمارتينيك – Martinique) وهي إحدى جزر الكاريبي.
- تعتبر yC (الياكتو كولوم) هي الوحدة الرسمية المساوية لـ (10 مرفوعة إلى القوة السالبة 24) من الكولوم.
- ربح الجائزة المقدمة من قبل أكاديمية العلوم لأفضل طريقة لصناعة بوصلة السفن.

أقوال مأثورة:

– يعتبر كولوم الموجد الحقيقي لعلم الاحتكاك بالنظر لإسهاماته العبقرية وإضافاته الفذة لهذا العلم.

كراكلسكي وشدروف

I.V Kragelsky and V.S. Schedrov، (Development of the Science of Friction).

أ. ف كراكلسكي و ف. س. شدروف من كتابيهما (تطور علم الاحتكاك).

– يمكننا اعتبار كولوم – ومن دون أي شك – أحد مهندسي أوربا العظام في القرن الثامن عشر.

كلمور

C. Stewart Gillmor، (Charles Coulomb)، in The Dictionary of Scientific Biography.

مقتطف من تعليق س. سيتوات كلمور - تحت اسم شارل كولوم - في معجم سير العلماء الذاتية

– من منا يستطيع نسيان مزحة كولوم أمام أعضاء أكاديمية علوم باريس عام 1773 حينما ناقش أمامهم

نظريته الرائدة في ميكانيك التربة؟

تيريس ميني وماثيو ترشويل

Terence Meany and Matthew Tirschwell، (The Complete Idiot's Guide to Electrical Repaire.)

من كتاب مرشد الأغبياء الكامل لإصلاح الكهربائيات.

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

[شارل – اوكستين دو كولوم (1806 – 1736) Charles – Augustin de Coulomb] فيزيائي فرنسي اشتهر بقانون القوى التي تحكم شحنتين كهربائيتين، ويعتبر واحداً من ألمع الفيزيائيين والمهندسين على مر العصور. لقد طورت إسهاماته الفذة علوم الكهربائية والمغناطيسية والميكانيك التطبيقية وعلمي الاحتكاك والعزوم.

وُلد كولوم في مدينة (انكوليم – Angonleme) جنوب شرق فرنسا لأسرة ميسورة، هاجرت لاحقا إلى باريس حيث التحق هو بكلية (مازارين – Mazarin) واستطاع أن يحصل على تعليم جامعي رفيع المستوى في الإنسانيات والرياضيات إضافة إلى الفلك وعلوم الكيمياء.

خسر والد (كولوم) كل ثروته وممتلكاته في إحدى مضاربات السوق الأمر الذي خلق أزمة مالية واجتماعية حقيقية داخل العائلة سرعان ما تطورت وأدت إلى فض عُرى العائلة بكاملها على إثر الخلافات الحادة بين الولد وأمه حول تقرير مستقبله وخطط إنقاذ العائلة المنهارة. صاحب الوالد ابنه إلى مدينة (مونبيليه) إثر انفصالهما عن الأم التي أصرت على البقاء في باريس، وتذكر المصادر بعضاً من تفاصيل الشقاق بين الأم وولدها وتعزوه إلى إصرار الأم وعزمها على إلحاقه بكلية الطب لضمان مستقبله في مهنة مستقرة على حين أصر الابن على دراسة الرياضيات والهندسة متعللا بولعه بعلم الحساب وقياس (الحقائق الملموسة)، هذا التعليل الذي لم يُقنع الأم بل زاد من حنقها وغضبها على ولدها (العاق) إلى درجة أن تبرأت منه رسمياً ونهائياً.

قُبل كولوم عام (1760) في مدرسة الهندسة والإنشاء وتخرج برتبة ملازم وانضم إلى عصبة المهندسين. عُين خلال العشرين سنة التالية لتخرجه في العديد من الوظائف وأُرسل إلى العديد من الأماكن حيث شارك فعليا في هندسة المباني وتصميم الدعامات ودراسة ميكانيك التربة، حيث

أمضـى (كولوم) – على سبيـل المثال – سنوات عدة كمهندس حربي في منطقة (جبال الانديز الغربية) قبل أن يعود إلى فرنسا ويعكف على كتابة بحوثه المهمة حول الميكانيك التطبيقية.

شهـد عام (1777) اخـتراع (كولوم) لقبّـان العزوم الدوار وهـو جهاز لقياس القـوى الكهربائية المستقـرة. يتألف هـذا القبان من كرتين معدنيتين متصلتين بقضيب عازل يُعلّق هذا القضيب من وسطه بالضبـط بخويـط عازل مرن يتيح له ولكرتيه حريـة الحركة الفائقة، ولقياس مقـدار القوى الكهربائية المستقـرة تشحن إحدى كرتي القضيب بشحنه كهربائية معينـة وُتقرّب منها كرة ثالثة مشحونة بنفس مقدار ونوع شحنتها، فتتنافر الكرتان، وبما أن الكرة الثالثة ثابتة فلابد أن تتحرك كرة القضيب المشحونة فتديره مما يؤدي إلى فتل الخويط المعلق به. وبالإمكان قياس مقدار الشحنة المحمولة من قبل كرة القضيب بحسـاب مقدار قوة العزم الـدوارة التي أدت إلى إزاحته بزاوية معينة، حيـث يقوم الخويط مقام نابض حلزوني حساس يحتفظ بمقدار قوة متناسبة مع عزم كرة القضيب الدوار. أثبت (كولوم) تناسب مقدار قوتي الجذب (بين الشحنات المختلفة) والنفر (بين الشحنات المتماثلة) عكسيا مع مربع المسافة الأولية الفاصلة بينهما r ($F = {}^{1}/_{r^2}$)، ولكن أثبتت وقائع التاريخ عدم إمكانية (كولوم) وضع الإثبات الرياضي لتناسب القوى الآنفة مع حاصل ضرب قيمة الشحنتين، وإنما كـان قـد اكتفـى (بفرض) صحـة ذلك. كتب (س. ستيوارت كلمور – C. Stewart Gillmor) في معجم (سير العلماء الذاتية) مبيناً مدى الأثر الذي تركه قبان كولوم لقياس العزوم الدواره على فكر وسيرة العلوم لأجيال عدة ما يلـي:-

((أثبتـت التطبيقـات التي قام بها الفيزيائيون على مدى العديد من السـنوات اللاحقة أهمية وبساطة ورشاقة الحلول التي اقترحها (كولوم) لمسائل العزوم الدوارة. فقد كان اختراعه لقبان العزوم فاتحة خير و(التفاتة بينة) لتطوير نظريته لتلك العزوم باسـتخدام خيوط الحرير الدقيقة، وتشـكيلات الشـعيرات المبرومة. لقد كان رائداً في حسـابات وتجـارب العزوم الدوارة باسـتخدام الشـعيرات وخيـوط الحرير التـي أهدت لعلماء الفيزياء وسيلة فذة بسيطة وبالغة الدقة لحساب قوى بالغة الضآلة)).

وكدليـل واحد علـى عبقرية (كولوم) في اختراعه ودقة حساباته دعنا نقول إنه حدد القوى التي ترفع إليها المسافة الفاصلة بين الشحنات بالعدد (2) وبحدود زيغ لا تتجاوز القليل والقليل جدا من

جزء بالمائة في حين أثبتت حساباتنا أن مقدار الزيغ المفترض اليوم لا يتجاوز الجزأين فقط بالبليون.

شرع (**كولوم**) في عام (1779) بإجراء أبحاثه على الاحتكاك والتي تُوجت بورقته المنشورة حول الموضوع والتي كانت بعنوان (نظرية في المكائن البسيطة فيما يخص الاحتكاك بين أجزائها وصلابة عتلاتهـا)، أعقبه بعد عشرين عاما بنشر مذكرته حول اللزوجـة وخصائصها. كما نص (**قانون كولوم للاحتكاك**) على إهمال السرعة النسبية بين سطحين متماسين متحركين عند حساب الاحتكاك بينهما.

ولعل الجائزة المعلنة من قبل أكاديمية باريس للعلوم هي التي حفزت ذهن (كولوم) وألهمته الخوض في هذا المضمار وقد كتب (بيتر ج. بلدو – Peter J. Blau) في كتابـه المعروف علوم الاحتكاك وتطبيقاتها في التقنية ما يلـي:

((سادت أفكار (كولوم) واستنتاجاته عن الاحتكاك والتي توصل إليها بجهده وأبحاثه المجال العلمي لما يفوق القرن والنصف من الزمان ولا يزال الكثير منها قيد الاستخدام. لقـد أذكت جائـزة أكاديمية باريس للعلوم والتـي كان هدفها (إيجاد الحلول لحسـاب قيم الاحتكاك بين سطح الأجسـام المنزلقة والمتدحرجة ومقاومة الحبال والأوتار لقوى الالتواء وتطبيقات ذلك على المكائن البسيطة المستعملة في الجيش). جذوة البحث عنده وفتحت قريحته لإجراء التجارب حتى إن المصطلح المعروف بـ (احتكاك كولوم) لايزال مستعملا في البحوث والمنشورات التي تفسر الكثير من التجارب الحديثة إلى اليوم)).

كتـب (كولـوم) ما بـين عامـي (1785 – 1791) سبعة بحوث مهمة حـول الكهربائية والمغناطيسيـة وقدمها إلى أكاديمية العلـوم للنشر. تناولت بحوثه استخدامـات (قبان العزوم الدوار) لفهم قوى التجاذب والتنافر وكيفية توزيع الشحنة على سطوح الأجسام، إضافة إلى إثباتات مستفيضة لقانون التربيع العكسي وتطبيقاته على الأقطاب الممغنطة. كما نشر في عام (1785) أبحاثه التي تشرح استخدامات مختلف أنواع القبابين الدوارة تحت عنوان (دراسات نظريـة وتجريبية حول الإجهاد الدوار ومرونة الأسلاك المعدنيـة)[1] والتي أثبت فيها إمكانية

(1) نشر أصل البحث تحت عنوان:
(Recherches theoriques et experimentales sur la force de torsion et l'elasticite des fils de metal).

قياس القوى متناهية الصغر بدقة بالغة بواسطة قبانه الدوار ذاك.

تـزوج كولـوم فـــي عـام (1802) من الفاتنـة [لويز فرانســواز لوبروس دو سورمو – Louis Francoise Le Proust De Sormeaus] بنـت العشريـن ربيعـا وأم ولديه الاثنين اللذين أنجبتهما منه قبل الزواج!

لقـد استمتـع (كولوم) في أواخر أيامه بحيـاة الريف، حيث أمضى جُلّ وقتـه في مراقبة الطبيعة وتدريس ولده الأصغر (شارل) العلوم. أصيب بالحمى في أواخر أيامه وظل يصارعها حتى صرعته، فـكان أجله المحتوم وفارقت روحه جسده المعلـول، وتم قداس تشييعه في كنيسة القديس (جرمن دي بري– St.–Germain – des – Pre's –)، وما لبث بعد ذلك أن وُوري الثرى هناك.

كتب اديان جيمس في مجلة (الفيزيائي الفذ) عرفانا بعبقريته الفذة ما يلـي:

((لم يـتردد العالـم مطلقـا في إطلاع لقب الفيزيائي المثالي عليه. برع في فترة القرن الثامن عشر ولـم يتفوق عليه سـوى [هنري كافندش– Henry Cavendish]، وقد كان – وبـلا جدال – خـير من جمع فوق كتفيه مهـارة التجربة وروح المنافسـة ودقة القياس، مضـافة إليها قابلية الإبداع، متوجةً بملكة رياضـية لبّت كافة متطلبات عـبقريته العلمية)).

أُطلـق اسمه على فوهة أحد براكـين القمر بقطر (89 كيلومترا) وتم إقرار تلك التسمية من قبل الجمعية العامة لاتحاد الفلكيين العاملين عام (1970).

لقـد أجرى (كولوم) خلال سني حياتـه وأثناء ممارساته العملية العديـد من الأبحاث التي ساهمت إسهاما مباشرا في فهمنا للعديد من المواضيع وإليك بعض الأمثلة:

- انهيار دعامات وأعمدة البناء الجبسي.
- الممانعة الحلزونية للمواد الهشة.
- فيزياء الأقواس المدعمة.
- الاحتكاك داخل المكائن وممانعة الموائع.
- تصميم طواحين الهواء.
- ميكانيك التربة ومطاوعة المعادن ومرونة ألياف الحرير.

• تصميم البوصلة المغناطيسية.

• مقارنــات بين كفاءة العمـل المنجز من قبل الإنســان والحيوان (علم الاركونومكس– Ergonomics] ولكن من الجدير بالذكر أن (كولوم) لم يكن ليحرز أولوية السبق في كل أعماله التي نشرها أو أبحاثه التي عكف عليها، فلقد سبقه إلى بعض استنتاجاته وقوانينه علماء آخرون وإليك بعض الأمثلة:

• سبقــه البريطـاني [ريفرنـد جـون ميشيـل ((1724 – 1793 Reverend John Michell] في عام (1750) حين نشر دراساته حول تجاذب وتنافر الأقطاب المغناطيسية، فأثبت منذ ذاك تناسبهما العكسي مع مربع المسافة الفاصلة بينهما.

• كمـا سبقه (ميشيل) هذا في اخــتراع قبان العزوم الدوار والـذي استخدمه [كافنديش (1731 – 1810) Cavendish] لاحقا في أعماله لقياس كتلة الأرض، ولكن من المنصف القول هنا إنه على رغم من أن اختراع (كولوم) لقبان العزوم الدوار عام (1784) كان متأخرا عن اختراعه من قبل (ميشيل) إلا أن الحقيقة التاريخية الثابتة هي انهما كانا قد أتما اختراعيهما منفصلين، ودون أن يكون لأي منهما علماً بما أنجزه الآخر، رغم الفاصل الزمني بينهما.

• كمـا تمكن الطبيــب البريطاني [جون روبنســون (? – 1725) John Robinson] من قياس قوتــي التجاذب والتنافر للكهربائية المستقرة عــام (1769) وتمكن (بإجراء تجاربه الخاصــة) من استنتاج تناســب قوة التنافر مع **($1/r^{2.06}$)** وتناسب قــوة التجاذب مع **($1/r^{c}$)** عندما (c<2) مع إمكان القول بصحة **($1/r^{2}$)** .

• وأخيــرا تمكــن الكيميائـــــي الإنكليـــــزي [جوزيـــف برستيلي (1733 – 1804) Joseph Priestly] من التوصل أيضا إلى قانون **($1/r^{2}$)** للقوى الكهربائية ورغم أنه لم يستطع تقديم الإثبات المقنع لذلك، إلا أنه من المنصف القول إن حدسه وتوقعاته كانت في محلها. تمكن (برستيلي) هذا مــن التوصــل إلى اختراع قبان العزوم الدوار قبل (كولوم) أيضا (ولكــن دون أن يعلم أحدهما بالآخر) واستعمله لإثبات حقيقة تناسب المغناطيسية بين قطبين عكسيا مع مربع المسافة الفاصلة بينهما.

كتب برستيلي في كتابه المعنون **(ماضي وحاضر الكهربائية)** ما يلي:

((من الممكن إثبات حقيقة أن الأرض عبارة عن قشرة صلبة تدور داخلها مادة مصهورة متجانسة، أفلا يمكننا من تجاربنا حول الموصلات المشحونة المجوفة الاستنتاج بتشابه قوانين الكهربائية والجاذبية من ناحية تناسبهما العكسي مع مربع المسافة؟)).

وهذا دليل على عمق تفكير وعبقرية أولئك العلماء.

يحمل قانون التربيع العكسي $(1/r^2)$ اسم (كولوم) اليوم ويعزى إليه، وذلك عرفانا لجهوده وما قام به من تجارب مكنته من تقديم الإثبات المقنع لتلك العلاقة حيث قام بكل تلك التجارب بمفرده ومن وحي تفكيره وتمكن بذلك من وضع الدليل الملموس لما كان يعتبر ولغاية عام (1785) مجرد حدس شبه أكيد.

لقوى كولوم فعلها على مستوى الذرات أيضا ولفهم ذلك لعله من المجدي إجراء مقارنة رياضية بسيطة بين قدرتي شد ذرة الهيدروجين الكهربائية والجاذبية: فإليك ما يلي...

دعنا نفترض الإلكترون كجسم نقطي (متناهي الصغر) يدور حول جسم نقطي آخر وهو البروتون تفصل بينهما مسافة تقدر بـ[5.3× (10مرفوعة إلى القوة السالبة11)] متر في المعدل، هنا يمكننا حساب قوة كولوم (الكهربائية) كالتالي: (إذا علمنا أن شحنة الإلكترون الواحد تساوي شحنة البروتون الواحد وهي (1.6×10^{-19}) كولوم. أما الحد (9×10^{9}) فهو معامل التحويل للحصول على مقدار القوة بوحدة النيوتن N) إذن:

$$\frac{kq^2}{r^2} - \frac{(9\times10^{9})(1.6\times10^{-19})^2}{(5.3\times10^{\ 11})^2} - 8.2\times10^{-8}\text{N}.$$

وإذا رغبنا بحساب قوى الجذب الفعلية (F_g) بين الإلكترون والبروتون باعتبار كتلتيهما m_e ، m_p على التوالي: فيمكننا كتابة

$$F_g = \frac{Gm_em_p}{r^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})(9.1\times10^{-31})(1.67\times10^{-27})}{(5.3\times10^{\ 11})^2}$$

$$= 3.6\times10^{\ 47}\text{N}$$

ويمكنك ملاحظة الفرق البين بينهما وجسامة تفوق قوة كولوم الكهربائية على قوة الجاذبية بين الجسمين ما دون الذريين.

وفي الختــام لابــد أن نسترعي انتباه القارئ إلى أن بــرج (إيفل) في باريس (فرنسا) يحمل، (منقوشةً على صلب أعمدته) أسماء (72) من عظماء علماء ومفكري فرنسا بما فيهم (كولوم). وقــد قام [كوستاف ايفــل (Alexandere Gustave Eiffel (1832–1923] مصمم ومنفــذ البرج[1] بنقش تلــك الأسماء وطلائها عام (1900) وأعيــد تجديدها عام (1987)، ظهرت أسماء وألقاب العظام على البرج بأحرف كبيرة يبلغ طول الواحد منها 60 سنتيمترا. وتُبين القائمة التالية الأسماء التي تطرق لها هذا الكتاب بأحرف بارزة.

1. **Ampère** (André-Marie Ampère, mathematician and physicist)
2. Arago (Dominique François Jean Arago, astronomer and physicist)
3. Barral (Jean-Augustin Barral, agronomist, chemist, physicist)
4. Becquerel (Antoine Henri Becquerel, physicist)
5. Belanger (Jean-Baptiste-Charles-Joseph Bélanger, mathematician)
6. Belgrand (Eugene Belgrand, engineer)
7. Berthier (Pierre Berthier, mineralogist)
8. Bichat (Marie François Xavier Bichat, anatomist and physiologist)
9. Borda (Jean-Charles de Borda, mathematician)
10. Breguet (Abraham Louis Breguet, mechanic and inventor)
11. Bresse (Jacques Antoine Charles Bresse, civil engineer and hydraulic engineer)
12. Broca (Paul Pierre Broca, physician and anthropologist)
13. Cail (Jean-François Cail, industrialist)
14. Carnot (Nicolas Léonard Sadi Carnot, mathematician)
15. Cauchy (Augustin Louis Cauchy, mathematician)
16. Chaptal (Jean-Antoine Chaptal, agronomist and chemist)
17. Chasles (Michel Chasles, geometer)
18. Chevreul (Michel Eugène Chevreul, chemist)
19. Clapeyron (Émile Clapeyron, engineer)
20. Combes (Emile Combes, engineer and metallurgist)
21. Coriolis (Gaspard-Gustave Coriolis, engineer and scientist)
22. **Coulomb** (Charles-Augustin de Coulomb, physicist)
23. Cuvier (Baron Georges Leopold Chretien Frederic Dagobert Cuvier, naturalist)
24. Daguerre (Louis Daguerre, artist and chemist)
25. De Dion (Albert de Dion, engineer)
26. De Prony (Gaspard de Prony, engineer)
27. Delambre (Jean Baptiste Joseph Delambre, astronomer)
28. Delaunay (Charles-Eugène Delaunay, astronomer)

(1) بمراجعة المخطوطات والوثائق الباريسية الخاصة بتاريخ هذا البرج ظهر أن مصممه الحقيقي ومصمم رافعاته المائية لتشغيل مصاعده هو الفرنسي (ستيفن سوفستر – Steven Sovister). المترجم

29. **Dulong** (Pierre Louis Dulong, physicist and chemist)
30. Dumas (Jean Baptiste André Dumas, chemist)
31. Ebelmen (Jean-Jacques Ebelmen, chemist)
32. Fizeau (Hippolyte Fizeau, physicist)
33. Flachat (Jeugène Flachat, engineer)
34. Foucault (Léon Foucault, physicist)
35. **Fourier** (Jean Baptiste Joseph Fourier, mathematician)
36. Fresnel (Augustin-Jean Fresnel, physicist)
37. **Gay-Lussac** (Joseph Louis Gay-Lussac, chemist)
38. Giffard (Henri Giffard engineer)
39. Goüin (Ernest Goüin, engineer and industrialist)
40. Haüy (René-Just Haüy, mineralogist)
41. Jamin (Jules Célestin Jamin, physicist)
42. Jousselin (Alexandre Louis Jousselin, engineer)
43. Lagrange (Joseph Louis Lagrange, mathematician)
44. Lalande (Joseph Jérôme Lefrançais de Lalande, astronomer)
45. Lamé (Gabriel Lamé, geometer)
46. Laplace (Pierre-Simon Laplace, mathematician and astronomer)
47. Lavoisier (Antoine Lavoisier, chemist)
48. Le Chatelier (Henri Louis le Chatelier, chemist)
49. Le Verrier (Urbain Le Verrier, astronomer)
50. Legendre (Adrien-Marie Legendre, geometer)
51. Malus (Etienne-Louis Malus, physicist)
52. Monge (Gaspard Monge, geometer)
53. Morin (Jean-Baptiste Morin, mathematician and physicist)
54. Navier (Claude-Louis Marie Henri Navier, mathematician)
55. Petiet (Jules Petiet, engineer)
56. Pelouze (Théophile-Jules Pelouze, chemist)
57. Perdonnet (Albert Auguste Perdonnet, engineer)
58. Perrier (François Perrier, geographer and mathematician)
59. Poinsot (Louis Poinsot, mathematician)
60. Poisson (Simeon Poisson, mathematician and physicist)
61. Polonceau (Antoine-Rémi Polonceau, engineer)
62. Poncelet (Jean-Victor Poncelet, geometer)
63. Regnault (Henri Victor Regnault, chemist and physicist)
64. Sauvage (Jean-Pierre Sauvage, mechanic)
65. Schneider (Jacques Schneider, industrialist)
66. Seguin (Marc Seguin, mechanic)
67. Sturm (Jacques Charles François Sturm, mathematician)
68. Thénard (Louis Jacques Thénard, chemist)
69. Tresca (Henri Tresca, engineer and mechanic)
70. Triger (Jacques Triger, engineer)

70 . Vicat (Louis Vicat، engineer)

72. Wurtz (Charles – Adolphe Wurtz، chemist)

قائمة أسماء العظام التي نقشت على برج (ايفل) مع اختصاصاتهم. تظهر الأسماء الواردة في هذا الكتاب غامقة

1 – **امبير** – رياضي وفيزيائي

2 – اراكو – فلكي وفيزيائي

3 – بارا – كيميائي وفيزيائي وعالم بالزراعة

4 – باكيوريه – فيزيائي

5 – بيلانجي – رياضي

6 – بلكران – مهندس

7 – برثيه – اختصاصي تعدين

8 – بيشا – مشرح بشري واختصاصي علم وظائف الأعضاء

9 – بوردا – رياضي

10 – بركويه – ميكانيكي ومخترع

11 – بريس – مهندس مدني ومهندس رافعات هيدروليكية

12 –بروكا – طبيب واختصاصي بعلوم الأجناس

13 – كيل – صناعي

14 – كانو – رياضي

15 – كاوشي – رياضي

16 – شابتا – زراعي وكيمائي

17 – شاسليه – مسّاح

18 – شفرييه – كيميائي

19 – كلابيرو – مهندس

20 – كومب – مهندس واختصاصي معادن

21 – كوريولي – مهندس وعالم

22 – **كولوم** – فيزيائي

23 – كيوفيه – عالم طبيعة
24 – داكيور – فنان وكيميائي
25 – دو دايو – مهندس
26 – دو بروني – مهندس
27 – دالامبريه – فلكي
28 – ديلاونيه – فلكي
29 – **ديولو** – فيزيائي وكيميائي
30 – دوما – كيميائي
31 – ابلم – كيميائي
32 – فيزو – فيزيائي
33 – فلاشيه – مهندس
34 – فوسول – فيزيائي
35 – **فورييه** – رياضي
36 – فراسنيه – فيزيائي
37 – **كاي – لوساك** – كيميائي
38 – كيفار – مهندس
39 – كون – مهندس وصناعي
40 – هاي – اختصاصي معادن
41 – جامي – فيزيائي
42 – جوزلين – مهندس
43 – لاكرانج – رياضي
44 – لالاند – فلكي
45 – لامي – مسّاح
46 – لابلاس – رياضي وفلكي
47 – لافوازييه – كيميائي
48 – لاشاتيليه – كيميائي

49 – لافيرييه – فلكي

50 – لاجندر – مسّاح

51 – مالو – فيزيائي

52 – مونج – مسّاح

53 – مورين – رياضي وفيزيائي

54 – نافييه – رياضي

55 – بتي – مهندس

56 – بيلوز – كيميائي

57 – بردونيه – مهندس

58 – بربيه – جغرافي ورياضي

59 – بوينو – رياضي

60 – بويسو – رياضي وفيزيائي

61 – بولونسو – مهندس

62 – بونسيليه – مسّاح

63 – ريكنو – كيميائي وفيزيائي

64 – سوقاج – ميكانيكي

65 – شينيدر – صناعي

66 – سيكا – ميكانيكي

67 – ستور – رياضي

68 – ثينار – كيميائي

69 – تريسكا – مهندس وميكانيكي

70 – ترايجيه – مهندس

71 – فيكا – مهندس

72 – فرت – كيميائي

مصادر إضافية وقراءات أخرى

Blau, Peter J., *Friction Science and Technology* (New York: Marcel Dekker, 1995).

Elert, Glenn, "Dielectrics," in *The Physics Hypertextbook*; see hypertextbook.com/physics/electricity/dielectrics/.

Gillmor, C. Stewart, "Charles Coulomb," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

James, Ioan. *Remarkable Physicists: From Galileo to Yukawa* (New York: Cambridge University Press, 2004).

Kovacs, J., "Coulomb's Law," Project PHYSNET, Michigan State University: see physnet.org/modules/pdfmodules/m114.pdf.

Priestley, Joseph. *The History and Present State of Electricity* (London: J. Doddsley, J. Johnson, B. Davenport, & T. Cadell, 1767).

Shamos, Morris. *Great Experiments in Physics: Firsthand Accounts from Galileo to Einstein* (New York: Dover, 1987).

Wikipedia, "The 72 Names on the Eiffel Tower"; see en.wikipedia.org/wiki/The 72 names on the Eiffel Tower.

أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

• لا أميل أبدا للقول بنزاهة نتائج الأبحاث العلمية ونقائها من الحكم المبيت واستباقية الاختيار والقرار، ولعلك في ذلك تتفق معي على ضرورة تصنيف الحقائق المفردة وجمعها معاً، بطريقة تتيح لنا ملاحظة العلاقة المشتركة بينها. واستنادا إلى ذلك فإن تصنيف القوانين المتشابهة والمتقاربة سيمهد لنا الطريق لاكتشاف قوانين أخرى أعم من سابقتها ومن ثم الربط المتجانس بينها.

رغم بساطة هذا الحوار ووضوحه، ظلت الإنجازات العلمية الفذة والقوانين الرائدة نادرة بندرة مكتشفيها ممن تمتعوا بملكة الإلهام (إن صح التعبير). والآن لو لم يُركز هذا المكتشف الملهم أو ذاك، جُلّ جهده وتفكيره (ووفق تصوره المسبق حول حقيقة واحدة) فكيف يمكن ان تفسر مقدرته على التقاط حقائق بعينها من بين ثنايا ذلك الكم الهائل، والتراث الغني من الاكتشافات والتجارب المعقدة؟ تلك التجارب التي انصاعت (رغم تشابكها وتعقيداتها) بسهولة - وفي لحظة تسام وإلهام - لتفصح عن جوهرها (المعقد) ببساطة متناهية لتمكن المُكتشف في النهاية من (أسره) بين حدي معادلة رياضية أو (ظفري) قانون، أبلغ صفاته البساطة والوضوح؟

اينشتين

Albert Einstein، (Induction and Deduction in Physics).

ألبرت انشتين في كتابه (المقدمات والاستنتاجات في الفيزياء).

• ... (يمكننا الركون وبثقة علمية عصية على التفنيد إلى الحقيقة القائلة) بأنه إذا صحت نظرية النسبية العامة لاينشتين، فلابد لأي نموذج متماسك نقترحه للكون أن يحتوي على قوانين فيزيائة موحدة وأزلية.

والآن بعد أن سلمنا بضرورة ارتباط حقائق الكون بقوانين موحدة، أجد نفسي مؤمنا بأن قوانين الفيزياء تلك هي التي سترشدنا إلى نقطة بدايته.

هاوكنج

Stephen Hawking, (Black Holes and The Baby Universes).

ستيفن هاوكنج في (الثقوب السوداء والأكوان الفتية).

– لابد للدين المتين أن يستند إلى قوانين علمية.

وايتفيلد

Greg Witefield, quoted in post B. Basnet's (Nepal Becoming Mecca for Buddhist Studies), Kathmandu Post.

كريك وايتفيلد، منقولة من كتاب (تحول النيبال إلى كعبة الدراسات البوذية) لبوست ب. باسنت. الناشر، كتماندو بوست.

• خير ما نفسر به غرابة جزيئات الكم في تصرفاتها العصية على المراقبة والتفسير هو بوضع نموذج محاكاة بسيط لماكنة الكون بثلاث مستويات.

– فعلى المستوى الأول (مستوى الأحداث والظواهر): تلعب قوانين الفيزياء دور الخوارزميات الموضحة لتتبع الأحداث المتسببة عن عمل تلك الآلة.

– وعلى المستوى الثاني (مستوى البرنامج المشغل): تلعب فيزياء الكم دور اللغة التي كتبت بها طريقة تشغيل تلك الآلة.

– أما المستوى الثالث (مستوى فهم وإدراك البرنامج المشغل): فنحن نراقب الآن آلة الكون ذاتها في حركاتها وتقلباتها، ولا توجد (لحد الآن) أي خوارزمية تفتح أمامنا أسرار صناعتها

وخلقها أصلا.

باختصار فإن (فهم الكم) لا يدخل لا في برنامج المحاكاة ولا في المسبب للأحداث ولا في اللغة التي كتب بها. إن أصل فهم الكم هو في فهم (ما) أو (من) أوجد نموذج محاكاة الكون فعلا.

بلات

James Platt، Personal communication، March 1، 2007.

جيمس بلات في اتصالات شخصية في الأول من آزار/ مارس2007.

• وهكذا جرت الأحداث وانقشعت الغيوم وبدت قصة العلوم من تاريخها إلى حاضرها – وحتى إلى مستقبلها – كقصة متغيرة لا تستقر على حال، فهناك دوما ما هو جديد من الإيضاحات والإضافات والتعديلات لكل ما هو قديم وحديث وجديد. تلاشى الزمن السرمدي وانهارت القوانين الأزلية، فكل ما حولنا الآن دائم التغيير والتشكيل، أحداثا ومعادلات وقوانين.

قد تصمد بعض الحقائق العلمية (وقوانينها) لقرون وقد لا يتجاوز صمود أخرى عاما واحدا فتنهار، وهكذا حال العلوم: لا سرمدية لها ولا خلود لقوانينها وإنما هي حفنة من الرموز والأرقام يمكن دراستها وتطبيقها لحين، ثم تطوى صفحة السجل عليها لتبدأ غيرها رحلتها كالتي سلفت.

برزك

Robert Pirsig، (Zen and the Art of Motorcycle Maintenance)

روبرت برزك من كتاب - زين وفن صيانة الدراجات.

• لعل ما يقيم صرح العلوم ويبرز بريقها هو الكون ذاته وما ينطوي عليه من نظام أخاذ. أما درة هذا النظام الفذ فهي (مجموعة القوانين الفيزيائية)، تلك القوانين التي لها جمال ورشاقة ودقة التعبير عما يخالج الكون بلغته، فهي وأختها (الرياضيات) تصوغان قوانين تصرفه بسلاسة وانضباط. والآن ألا يحق لنا أن نتساءل عن منشىء هذه القوانين؟ من أين أتت؟ ولم اكتسبت شكلها المعروف؟... ألا يحق لنا أن نعتبرها اللغة المشتركة التي تفسر للذهن الإنسان عجائب الكون؟ ألا تمنح بمجموعها هذا النظام قابلية إيجاد وتطوير أنواع متعددة مختلفة من أنماط الحياة ونحن إحداها؟.

وأخيرا من نحن لنجيب على كل هذه الأسئلة؟... وألا يجدر بنا أن نثابر ما حيينا ونجول بعيوننا ونقدح بأفكارنا (لفهم) تلك الأسئلة الأزلية المحيرة والعجيبة أولاً وقبل كل شيء؟، فضلا عن التسرع والقفز للإجابة عليها؟...

دافيز

Paul Davies، (Laying Down Laws)، The New Scientist.

بول دافيز في (استنباط القوانين) - نيوسينتست.

قانون شارل للغازات

CHARLES'S GAS LAW

فرنسا، 1787

يتناسب حجم كمية معينة من غاز (عند ضغط ثابت) طرديا مع درجة حرارته المطلقة.

محاور ذوات علاقة:

(جوزيف لويس كاي – لوساك – JOSEPH LOUIS GAY–LUSSAC)، و(ليوناردو دافنشي – LEONARDO DA VINCI)، و(غلوم امونتونس وقانون احتكاكه – GUILLAUME AMONTONS، AND AMONTON'S LAW OF FRICTION).

من أحداث عام 1787:

– أبحر في نهر ديلاوير – (Delaware) أول قارب بخاري من اختراع (جون فتش – John Fitch).

– اكتشف الفلكي الانكليزي (وليام هرشل – William Herschel) اثنين من أقمار كوكب (يورانوس)[1].

– وافق المجلس الدستوري لولاية فيلادلفيا على معاهدة اعتماد دستور الولايات المتحدة فيها.

نص القانون وشرحه:

ينص (قانون شارل) والذي يعرف كذلك (بقانون كاي – لوساك) على تناسب الحيز الذي

(1) Uranus – وهو الكوكب رقم (7) في مجموعتنا الشمسية المؤلفة من (11) كوكبا سمّي القمرين أولاده لاحقا بـ [(تيتانيا – Titania) و(اوبيرون – Oberon). راجع أصل ومعنى التسمية في مدخل (قانون بود لمسافات الكواكب) باب (للفضوليين فقط). و(تيتانيا) هو اسم (ملكة الجنيات الخيّرات) في رواية شكسبير (حلم ليلة منتصف الصيف – A Midsummer Night's Dream) وقد أطلق على أكبر أقمار (يورانوس) وهو ثامن أكبر قمر في مجموعتنا الشمسية أما (اوبيرون) فهو أكبر ثاني قمر للكوكب (يورانوس) وسمي كذلك على اسم إحدى شخصيات (شكسبير) في روايته السابقة أيضاً. (المترجم).

يشغله حجم معلوم من غاز ما طرديا مع درجة حرارته المطلقة[1].

يُكتب القانون رياضيا على الشكل الآتي:

$$V = kT,$$

حيث V هو حجم الغاز تحت ضغط معين، T حرارته (بالدرجات المطلقة) و k ثابت. أول من نشر هذا القانون هو الكيميائي والفيزيائي الفرنسي [جوزيف لوي كاي - لوساك (1850 - 1778) Joseph Louis Gay-Lussac] في عام (1802) بالاستناد إلى وإشارة لبعض الأعمال غير المنشورة للكيميائي والفيزيائي الفرنسي (جاك شارل - Jacques Charles) والتي تعود لعام (1787).

اكتشف العلماء إن معظم الغازات تتمدد بما يقارب 1/273 (حوالي 0.003663) من حجمها في درجة حرارة الصفر المئوي لكل زيادة بمقدار درجة مئوية واحدة في حرارتها. وقد لوحظت بعض الاختلافات الطفيفة جدا عن هذا المقدار عند إجراء الكثير من التجارب على مختلف الغازات، ومثال ذلك إثبات العالم الفرنسي [هنري - فكتور رينو (1878-1810) Henri - Victor Regnault] أن ثابت تمدد الهيدروجين يبلغ (0.0036613) وثابت تمدد ثاني أوكسيد الكربون يبلغ (0.0037099). ولكن بالنظر لضآلة هذه الفروقات فإن الرقم المقبول كثابت تمدد (لجميع الغازات)

هو (1/273). وهنا تجدر الإشارة إلى أنه رغم الاتفاق على تساوي ثابت تمدد مختلف الغازات تقريبا، فإن ثابت تمدد السوائل والمواد الصلبة يمتاز دائما بتباينه الشديد.

عند ازدياد درجة حرارة غاز معين، تزداد حركة جزيئاته وتزداد قابليتها على تسليط قوة أكبر على جدار حاويته، عندئذ لابد لحاوية الغاز أن تتمدد - بتمدد حجم الغاز المحصور داخليها - متى ما استطاعت لذلك سبيلا. وقد تمت الاستفادة من هذه الظاهرة في استعمال الهواء الساخن لملء المناطيد، فكلما ازدادت حرارة الهواء الداخل إلى المنطاد، كلما زادت

(1) (درجة الحرارة المطلقة): هي المقاسة بدرجات كلفن والصفر المطلق في هذا المقياس يساوي (- 273) درجة مئوية سيلسيه (مئوية) - (المترجم).

حركة جزيئاته داخله وزادت سرعاتها فيزداد حجمه،... وبازدياد حجم الهواء داخل المنطاد تنخفض كثافته فيرتفع عن سطح الأرض (يطير)، وعكس ذلك فإن انخفاض حرارة الهواء داخله سيؤدي إلى انكماش حجمه وإلى ارتفاع كثافته فيهبط.

بالإمكان التعبير عن قانون شارل كما يلي:

$$\boxed{\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},}$$

يمثلان حجم وحرارة الغاز قبل وبعد تغيرهما.

وبإمكانك ملاحظة عدم حاجتنا لمعرفة ثابت أي غاز عند التطبيق العملي لهذا القانون نتيجة لإسقاطه عند الحساب.

وإليك مثالا رياضيا بسيطا:

لنفرض أن لدينا (2.5 لتر) من غاز معين درجة حرارته (15 درجة مئوية) وضغطه يبلغ ضغطا جويا واحدا[1] وأردنا أن نعرف حجمه إذا ما سخن إلى (40 درجة مئوية) مع الاحتفاظ بالضغط المسلط عليه عند مقدار الضغط الجوي الواحد.

لحل هذا المثال نلاحظ ثبوت ضغط الغاز وتغير كل من حجمه وحرارته.

أولا لابد من تحويل درجة الحرارة من مقياسها المئوي إلى درجات حرارة مطلقة حسب مقياس (كلفن) وذلك بإضافة (273) للحالتين:

رياضيا نقول:

$$2.50L \div 288\,^{\circ}k = V_2 \div 313\,^{\circ}k$$

$$V_2 = 2.72L$$

وعليه فإن زيادة ضئيلة في الحرارة أدت إلى زيادة ضئيلة في الحجم.

(1) وهذا ما يساوي (76 سنتيمترا) من الزئبق عند سطح البحر (المترجم).

للفضوليين فقط:

• في عالم المناطيد، يعتبر شارل المخترع الحقيقي(للجعبه – Nacelle) وهي السلة المتعلقة أسفل البالون بحبال والمثبتة في محلها بـ(الشبكة المدعمة بالنطاق الحديدي – hoop) والتي تحمل ما فيها من المسافرين وأمتعتهم.

• استشاط بعض الفلاحين الفقراء فرقاً لدى هبوط أحد مناطيد (شارل) ذات مرة وطفقوا يمزقونه إربا جازمين إنما هو من لعنات الشيطان حطت على أرضهم من السماء.

أقوال مأثورة:

– لا نعرف عن عائلة (شارل) ولا عن طفولته شيئا، كل ما نعرفه أن تعليمه كان عشوائيا ولا علميا ولم ينشر (شارل) ما يستحق الذكر.

كوف

J.B.Gough، (Jocques Chartes)، in Dictionerg of Scientific Biogrophy.

ج.ب كوف - (جاك شارل) في (معجم سير العلماء الذاتية).

– سلب ما رآه شارل (وهو محلقا في بالونه) لُبّه حيث كانت تجربته فريدة وشعوره طاغيا فما أن حط على الأرض حتى قفز من سلته مزهوا جذلا وهو يهتف بالجماهير التي التفت من حوله محدقة بهذه المعجزة الإلهية التي حطت عليهم مما بين الغيوم: «لن يهمني بعد اليوم ما تفعلونه بأرضكم هذه إنها السماء مملكتي من اليوم، يالها من تجربة رائعة وياله من منظر أخاذ!!».

هاملن

Richard Hamblyn، (The Invention of Clouds).

من كتاب ريتشارد هاملن (اختراع الغيوم).

ملخص لسيرة حياة المكتشف:

– [جاك شارل (1746 – 1823) Jacques Charles]. رياضي وفيزيائي ومخترع

فرنسـي درس خصائص التمدد الحراري للغـازات، وكان أول إنسان ارتفع في منطاد مليء بالهيدروجين (بمرافقة نيكولاس روبرت – Nicolas Robert).

ولـد (جاك شـارل) في مدينة (بوجنس – سـو – لـوار Beaugency–sur–Loire) الفرنسية حيث مارس أبحاثه وتجاربه في مختلف حقول العلم والمعروفة آنذاك، من كهربائية وغازات ومناطيد طائرة. لا نعلم عن عائلته ولا عن نشأته إلا القليل ولكن ما نعلمه ان تعليمه كان بدائيا ولم يدرس العلوم في صغره وإنما بدأ حياته العملية كموظف حكومي بوظيفة متدنية لم ترض طموحه فلم يجد مرؤوسوه بُداً من طرده منها.

شغُـف (شارل) منذ نعومة أظفاره بتعلم العلـوم ذاتيا وممارسة ما يمكن من تجارب والتي لا تحتاج إلى الكثير من الرياضيات المعقدة، وواظب على اجتهاده وقراءاته حتى تحول إلى محاضر علمـي مرموق بعد مرور سنتين فقط، حيـث جذبت محاضراته في الفيزياء والكيمياء العديـد الجم مـن الحضـور لسلاستها وبساطتهـا وللفوائد الكثيرة المستقاة منهـا... فاشتهـر حتى انتخـب عضوا فـي أكاديميـة العلوم الفرنسية في عام (1795)، ثـم مـا لبثـت أن أصبـح أستـاذ الفيزيـاء التجريبية فـي (الكونزرفتوار دو آرغت أماتيـير – Conservatoire des Arts et Metiers) أكاديمية الحرف والفنون. تزوج في عام (1804) من امرأة كل ما نعرفه عنها أنها وصفت بشابة حسناء جذابة!.

لقد اشتهر (شـارل) بين معاصريه بشطحاته وباختراعاته الغريبة وبمغامراته في عالم المناطيد والعلوم التطبيقية الأخرى... فممـا يذكـر عنه أنه مارس واخترع وجرب العديد من الأفكار والأطروحات فكان رائدا على سبيل المثال لا الحصر في:

- تشجيع ومناصرة فكرة إبدال هواء المناطيد بغاز الهيدروجين لخفته.
- اختراع الصمام الأنبوبي، وهو الذي يمرر جزءاً من غاز المنطاد لإنزاله.
- اخـتراع (الفضلـة أو الزائـدة – Appendix) وهو الاسم الـذي أطلقه على أنبوب تنفيس يُلحق بالمنطاد أثناء نفخه يعمل على تمرير مازاد من غازه تلافيا لانفجاره.
- اختراع (المكبرة – Megascope) وهو جهاز لعرض وتكبير صور الأشياء.

• اختراع جهاز لقياس زوايا البلورات.

• كما طور الطرق والإمكانيات لمعاملة الأقمشة والأنسجة لكي يقلل من مساميتها ويجعلها قابلة للاحتفاظ بغاز الهيدروجين داخلها لأطول فترة ممكنة.

لقد كانت حكاية طيران أول منطاد له في عام (1783) وبحق حكاية جديرة بالذكر والتمعن لطرافتها وغرابتها معا، فلقد راقب الآلاف من المتفرجين والمعجبين (بين مصدق ومكذب) ارتفاع أول منطاد اخترعه (شارل). واصل هذا المنطاد ارتفاعه إلى ما يقارب الـ (3000) قدم (914 مترا) إلى أن حط أخيرا، عند الغروب في حقل خارج باريس، حيث سرعان ما هُرع إليه الفلاحون مذعورين متطيرين وطفقوا يقطعونه إربا. لم يخطر على بال السكان آنذاك إلا حقيقة أن ما يرونه ما هو إلا صنيعة شيطان رجيم، ورجز خبيث من عمله، بل وأقسم الكثيرون منهم موقنين بأن ما رأوه إنما هو وحش من السماء لما سمعوا له من إوار وحشرجة وما شموا من ريح خبيثة منبعثةً منه!.

كان ملء المناطيد بالغاز عملا شاقا محفوفا بالمكاره والأخطار بكل ما تعنيه الكلمة من معنى. كتب (شارل م ايفان – Charles M. Evans) في كتابه الشهير (قصة المناطيد في الحرب الأهلية: جهاد رواد الهواء) ما يلي:

> **((تألفت مولدة شارل البدائية لإنتاج غاز الهيدروجين من برميل خشبي ضخم وبرادة حديد.... جاهد (شارل) وصبر كثيرا حتى تمكن من ابتكار الطريقة المثلى لتثبيت (الصفاقات) الملائمة لتثبيت الفتحات المناسبة على أعلى البرميل بطريقة تمكنه من صب حامض الكبريتيك فوق برادة الحديد بأمان، ليأذن ببدء التفاعل الخطر لإنتاج غاز الهيدروجين، ومن ثم توجيهه بحذر شديد – خوفا من التهابه – إلى بالونه الجاثم قريبا منه. ولك أن تتصور صعوبة وخطورة عملية نفخ المنطاد إذا علمت أنها غالبا ما تستغرق حوالي أربعة أيام يداوم شارل خلالها – وبلا هوادة – على صب ما يقارب (200) لتراً من الحامض المركز على طن من البرادة)).**

من هنا انطلق الهوس بالمناطيد وملاحتها وإليك بعض محطاته:

• (1784) – ارتفـع كل مـن (جـون جفريـز– John Jeffries) و(جين بيير ف. بلا نشـارد – Jean Pierre F. Blanchard) محلقين علـى متن منطاد مليء بالهيدروجين، وجابا أجواء بريطانيا على ارتفاعات متباينة حرصا خلال رحلتهما الفريدة تلك على تسجيل بعض درجات الحرارة والرطوبة على تلك الارتفاعات.

• (1785) – سجـل المغامـران السابقان في شهر كانون ثاني (ينايـر) من هذا العام أول عبور بشري ناجح للقنال الإنكليزي بمنطاد.

• في شهر حزيران (جوان) من نفس هذا العام حاول (جين فرانسواز بلياتخ دو روزي – Jean Fransois Pilatre de Rozie) و(بيـير رومـين – Pierre Romain) عبور القنـال من الجانب الفرنسي إلى بريطانيا فأعدا عدتيهما بمنطاد مركب من بالون غاز كبير في الأعلى ومنطاد هواء حار في الأسفل. ولكن شاء القدر أن يخط نهايتيهما عند بلوغهما ألف مـتر ارتفاعا، حين انفجر المنطـاد وأكلته ألسنة النيران وبذلك سجـل (روزي ورومين) أول حادث وفاة بمنطاد في التاريخ.

• أمـا أول امـرأة حلقت بمنطاد فقد كانت الفرنسية (ماري ثيبل – Marie Thible) من ليون وذلك في عام (1894) حين حلقت إلـى ارتفـاع (8،500 قدم) خلال فترة (45 دقيقة).

• وأما أول محاولة تحليق في العالم الجديد فقد قام بها (بلانشارد) سابق الذكر بمنطاده الذي أدهش الأمريكان وكان بين مشاهديه الرئيس (جورج واشنطن) شخصيا.

• ابتدع شارل (صرعة) الطيران بالمناطيد إلا أنه (ورغم شهرته الذائعة) لم يُجهد نفسه عناء نشر اكتشافاته العالمية ولم يُعرف قانون غازاته الشهير إلا بعد أن نشره للعيان (كاي – لوساك) في عام (1878). وله يعود الفضل أيضا في تحسين وتطوير بقية تجاربه.

من الملاحـظ هنا بشأن الغازات نقطتـان: أولاهما:

أن العلاقـة بـين الضغط (P) درجـة والحرارة المطلقـة (T) والتي تكتب على شكل، (P = kT) هي علاقة نمطية غير معقـدة وأنهـا تسمى خطا (بقانون كاي – لوساك).

وثانيهما سبق قيام الفيزيائي الفرنسي [غلوم امونتون (1663 – 1705) Guillaume

Amontons] بالعديد من الأبحاث حول العلاقة بين ضغط الغازات ودرجات حرارتها رغم عدم مقدرته الحصول على محارير دقيقة، وقد قام بالفعل بإثبات حقيقة ازدياد ضغط الغاز بارتفاع حرارته عند ثبوت حجمه ومقداره. لقد اكتشف (امونتون) هذا علاقة مهمة أخرى والتي تسمى من قبل البعض بـ(قانون امونتون) والتي تختص بالاحتكاك بين سطحين... حيث استطاع أن يثبت تناسب قوة الاحتكاك بين سطحين مع القوة العمودية المسلطة عليهما، واقترح إيجاد معامل الاحتكاك (وهي صفة خاصة بالأسطح ذوات الشأن ولا علاقة لها لا بحجميهما ولا بمساحة التماس بينهما). ومن الجدير بالذكر هنا تسجيل سبق (ليوناردو دافنشي – Leonardo da Vinci) للجميع في التفكير بمثل هذه العلاقات ولكن فضل اكتشافها فلا شك يعود وبلا منازع لصاحبنا (امنتون).

شهد فجر القرن الواحد والعشرين العديد من الدراسات والتجارب لاكتشاف مدى صلاحية تطبيق (قانون امنتون) عند استخدامه لقياس تصرف المواد بمقاييس صغيرة ومتناهية في الصغر تتراوح بين عدة مليمترات وعدة نانومترات[1].

تصاعد اهتمام البحاثه والعلماء بتطبيقات (قانون امنتون) اليوم خصوصا بعد تطور عصر المعلوماتية والحاسوب وبالأخص قسمها المختص بالجانب الصلب (Hardwere) كالأنظمة الإلكترونية الميكانيكية الميكروية (– Micro Electromechanical Systems – MEMS)، والمقصود بها الأنظمة الميكانيكية الدقيقة المستعملة في طابعات الحواسيب السريعة وفائقة السرعة كمثل طابعات الحقن (– Ink Inject InkJet) والدوائر الإلكترونية الدقيقة المختصة بقياس تعجيل السرعة واللازمة لهندسة دقة أنظمة تفجير أكياس الهواء (Air Bags) في مقود السيارات وأمام المقاعد عند الضرورة. أما الأنظمة (الإلكتروميكانيكية الميكروية) فتعرف بأنها أساليب تصنيع متناهية الصغر والدقة تستعمل فيها

(1) – Nanometer (النانومتر) – وحدة قياس تساوي واحد من ألف مليون جزء من المتر الواحد (10 – مرفوعة إلى الأس السالب التاسع من المتر). (المترجم).

الربوتات المبرمجة مسبقا لضم العديد من الأجزاء الميكانيكة الدقيقة والمجسات ودوائر الترانزستور ضمن لوحة سليكونية صغيرة وبمنتهى السرعة والكفاءة.

مـن المتوقع ألا يستجيـب (**قانون امنتـون**) لتفسير ودراسة التطبيقـات الإلكتروميكانيكية المتناهية في الصغر (بحجم رأس دبوس مثلا أو أصغر)، وذلك لأن هذا القانون كان قد صمم وطبق في صناعة المكائن التقليدية ودراسة الاحتكاك المتولد بين المتحرك من أجزائها والتآكل النـاتج عن ذلك. [وللاطلاع على المزيد فيما يخص علم الاحتكاك (Tribology) في هذا الكتاب لاحظ مدخل (**قانون كولوم في الاحتكاك**) في صدر حديثاً عن (**كولوم**)].

دعني أعود بك إلى جانب مهم من حياة (**جاك شارل**)، فقد كان للرجل روحاً وثابة ترنو إلى المغامرة والاكتشاف والمتعة. وكان محبـا للحياة، خبيراً بسبلها، ذواقاً لمشاربها. ولعل الطفل الحـالم داخله وجد أكبر متنفسٍ لتحرره وانعتاقه في اختراعه، وهذا ما يعكسه بوضوح فرحه العارم وبهجته الطاغية خلال تحليقه عاليا بمناطيده.

لقد وصـف (ريتشارد همبلـن– Richard Hamblyn) شعور (**شـارل**) ومقدار غبطته خلال إحـدى رحلاته الانفرادية في السماء وصفا رائعا في كتابـه ذي العنوان الطويل والغريب وهو (كيف صاغ هاوي النيازك لغة التفاهم مع السماء: الاختراع الأمثل لامتطاء غيوم الفضاء)، والذي جـاء فيـه:

> **((لم يصـدق أبدا مـا رأته عيناه حتـى كاد يعيد كلامه مرات ومرات لنفسـه ليؤكد لها وعيها، لقد انحفر ذلك المشهد الخلاب في ذهنه وتشربت به جوارحه حتى صار جزءا لا يتجـزأ من فكـره وكيانه. لقد طار فعلا، كما لم يطر (لا هو ولا أي إنسـان من قبل). لقد فكر وخطط بدقة كي تبدأ رحلته عند الغروب (وكأنه أراد أن يصنع الفجر بيديه!) وحاول هذه المرة استعادة منظر الغروب ثانية، فاستمر بالارتفاع والارتفاع حتى لاحت لناظره الشـمس مرة أخرى، انتشـى بهذا السراب الخلاب وملأ حدقتيه بمرآة. أما يراه حقيقة؟؟ أيمكنه حقا رؤية الغروب مرتين؟؟... اسـتمر بالمراقبة والتمعن واسـتزاد منه حتى غابت الشـمس ثانية، فما كاد يحط على الأرض بمنطاده أخيرا ويخرج من سـلته سـالما... حتى كانت التجربة الفريدة قد غيرت الإنسـان داخله فأصبح غير الإنسان،**

وملأ الانبهار داخله كما لم يحدث له من قبل!... كيف لا وقد أدارت الشمس ذاتها وجهها عنه، خجلاً منه مرتين كما لم تفعل لبشر قبل الآن!)).

وافقت الأمانة العامة لاتحاد الفلكيين العالميين في عام (1976) على إطلاق اسمه على إحدى فوهات جبال القمر والبالغ قطرها (كيلو متر واحد) فصار اسمها (فوهة شارل) منذ ذاك وإلى الأبد...

مصادر إضافية وقراءات أخرى:

Evans, Charles, *War of the Aeronauts: The History of Ballooning in the Civil War* (Mechanicsburg, Pa.: Stackpole Books, 2002).

Gough, J. B., "Jacques Charles," in *Dictionary of Scientific Biography*, Charles Gillispie, editor-in-chief (New York: Charles Scribner's Sons, 1970).

Hamblyn, Richard, *The Invention of Clouds: How an Amateur Meteorologist Forged the Language of the Skies* (New York: Picador, 2001).

أفكار فلسفية وآراء للمناقشة:

• نعلم يقينا أن هناك مشاهدات وحقائق لا يمكننا أبدا إثباتها منطقيا رغم بداهتها، فما بالك بأخريات قد يتطلب إثباتها ما ليس في نطاق قابليتنا الذهنية ولا الفكرية... أو هي خارج نطاق حواسنا أصلا. والآن ما رأيك بتفاصيل قد يستوجب إثباتها ملايين الصفحات؟ بل ما رأيك بأخرى بحاجة إلى ملايين ملايين الصفحات؟ إن كان للإدراك البشري حدود (وبأي شكل من الأشكال)، ألا تتفق معي أنه ستكون هنالك براهين لتفاصيل وحقائق ستظل تحوم دائما خارج نطاق منطق واستيعاب ذلك الإدراك ولن نتمكن من إثباتها قط!؟؟

كلاوسن

Calvin Clawson، (Mathematical Mysteries).

مقتطف من كتاب كالفن كلاوس، (الرياضيات وغوامضها).

• تمثل القدرية للمتدين، النموذج الأمثل للإله (جل وعلا) كالخالق المتصرف بكافة خلقه وبقوانين الكون. والآن إذا ما فرضنا أن الكون كمادة وجماد... وكل ما تتألف منهما من مشتقات وكائنات،

ما هي إلا مخلوقات منقادة لقوانين الطبيعة التي خلقها واجدُه (سبحانه)، ألا توافق معي عندها، أنه وحده سيكون القادر على تعليق أو إيقاف مثل تلك القوانين ولو لفترة محدودة من الزمن؟، وحينئذ فقط، سيسمح وحده (سبحانه) بحدوث المعجزات؟؟.

ألس

Brain Ellis، (The Philosophy of Nature، A Guide to the New Essentials).

مقتطف من كتاب براين اليس، (فلسفة الطبيعة، دليلك إلى الحتميات الجديدة).

• هل لك أن تخمن وتحزر ما هو أجمل وأهم وأروع ما تخبئه لنا غوامض الأحداث والأمور؟... إنه المجهول.. وذلك المجهول هو - وبلا أدنى شك - إلهامنا الخالد لإنجاز روائع الفن واكتشاف ثوابت العلوم وتذوق تجليات الفلسفة. إن كل من لا يتمتع بحس المغامرة أو رغبة المحاولة لإدراك المجهول وتذوق طعمه، وكل من لا يقف حائرا متفكرا أمام دقائق هذا الكون محاولا فهمها، فهو والميت سواء بسواء... كلاهما بعيون مغمضة وعقول معطلة.

اينشتين

Albert Einstein، (What I Believe)، Forum and Century.

مقتطف مما كتبه ألبرت اينشتين في (إيماني بما أعتقد). تجليات الفلسفة.

• اعتبر (شخصيا) الرياضيات كأحد أهم الإنجازات البشرية عمقاً، فهي تعكس الحقيقة وهي شديدة القرب منها. لقد بدأت الرياضيات مع بدء تبلور إدراك البشر، فلقد باشر استخدامها بالعد على أصابع يده الواحدة وبعد ذلك بأجيال استخدمها حينما وطئت قدماه القمر. كانت (الرياضيات) ولاتزال طريقنا الأمثل للفهم والإبداع والتعامل مع الأشياء وإدراك كنهها.

ولا أستبعد مطلقا أن يكون للإدراك ذاته وجه رياضي سيترجم لنا يوما ما الحوار الذي يدور بين محاور عصبونات أدمغتنا إن عاجلا أم آجلا. أنا لا أتفق مع الرأي القائل بأن تفكيرنا البشري ما هو إلا مسلمات محدودة وغرائز مجردة زُرعت في عقلنا الباطن لينفذها عقلنا الواعي. أنا أومن أن عقلنا البشري هو عبارة عن مجموعات لا متناهية من المصفوفات الرياضية كانت وستظل دائما قادرة على الإبداع. نعم، سيبقى تاريخ البشرية ومستقبلها قادرا على تسجيل ظهور النوابغ والأفذاذ كأبطال حقيقيين على مسرح الوجود،

على عاتقهم تقع مسؤوليات التغيير والتنوير ودفع شعلة الفكر إلى الأمام وإدامة إوارها.

لقد أتحفنا التاريخ بـ(ارخميدس) و(نيوتن) و(كولوم)، كما أتحفنا بـ(آلان تيورنك – Alan Turing)[1] الذي فك شفرة (المارشال رومل) فأطلع الحلفاء على مضامين كافة رسائله السرية ومكنهم من مهاجمة قوات المحور المنسحبة إلى برلين وبـ [(جون فون نيومن – John von Neumann) (صاحب فكرة «القنبلة» من ارتفاعات شاهقة)] وسيظل يتحفنا بنوابغ أمثال (اينشتين) و(هاوكنج).

مانن

Yuri I. Maning، (Mathematical Knowledge، Internal، Social، and Cultural Aspects)، March 2007.

يوري آي. مانن في كتابه: (المعارف الرياضية وتطبيقاتها الداخلية والاجتماعية والحضارية. آذار (مارس) 2007.

(1) (23 حزيران (جون) 1912 – 7 حزيران (جون) 1954) منطقي ورياضي وخبير شفره وعالم حاسوب إنكليزي لامع، كان له مشاركاته في علوم الحاسوب واستعمال (اللوغارتم) فيها وفي اختراع آلة حملت اسمه (Turing Machine) أسست لصناعة الحواسيب. كان له باع طويل في كسر الشفرة البحرية الألمانية وإسقاط آلتهم المعجزة المستعملة في ذلك (Enigma Machine)، ساء تصرفه وسيئت معاملته وأنهى حياته بتناوله مادة (السيانيد) قبل أن يبلغ عامه (42). قدم رئيس وزراء بريطانيا (كوردن براون – Gordon Brown) اعتذار الحكومة البريطانية الرسمي له بتاريخ (10) أيلول (سبتمبر) من عام 2009. (المترجم)

الكتاب عبارة عن سفر غني ثرّ مثل جولات مستفيضة ومختصرة ومناقشات مفهومة وأخر غامضة، وسجالات ناجحة وغيرها فاشلة.. ما بين مبدعين أقل ما وصفوا به هو الألمعية والعبقرية.

سيقاد ذهنك ويؤخذ لبك في رحلة شيقة معطاء ليس أقلها التعرف على (معنى الحقيقة حقاً!)، و(متى سيكتشف القانون الأخير في الكون؟)، وكيف تتذوق (إثبات جمال الرياضيات ورشاقتها)، و(إدراك فضلها على سائر العلوم)، فضلاً عن معرفة (الأماكن التي عاش فيها مكتشفو القوانين ومبدعوها) ومعايشة (صبرهم ومعاناتهم) ومن ثم اكتشاف سر (أشهر عشر معادلات رياضية حملتها طوابع نيكاراجوا البريدية)!.

كما ستتعرف على مبدأ الشك (لهيزنبرك)، والمعادلات الموجية (لشرودنجر)، ومعادلات المجال (لأينشتين) ونظريته في النسبية، وما يراه (هاوكنج) بصدد هندسة ومصير الكون وتوصيفه لثقوبه السوداء، و(دلو) لتطورها البيولوجي، وعشرات غيرها.

